

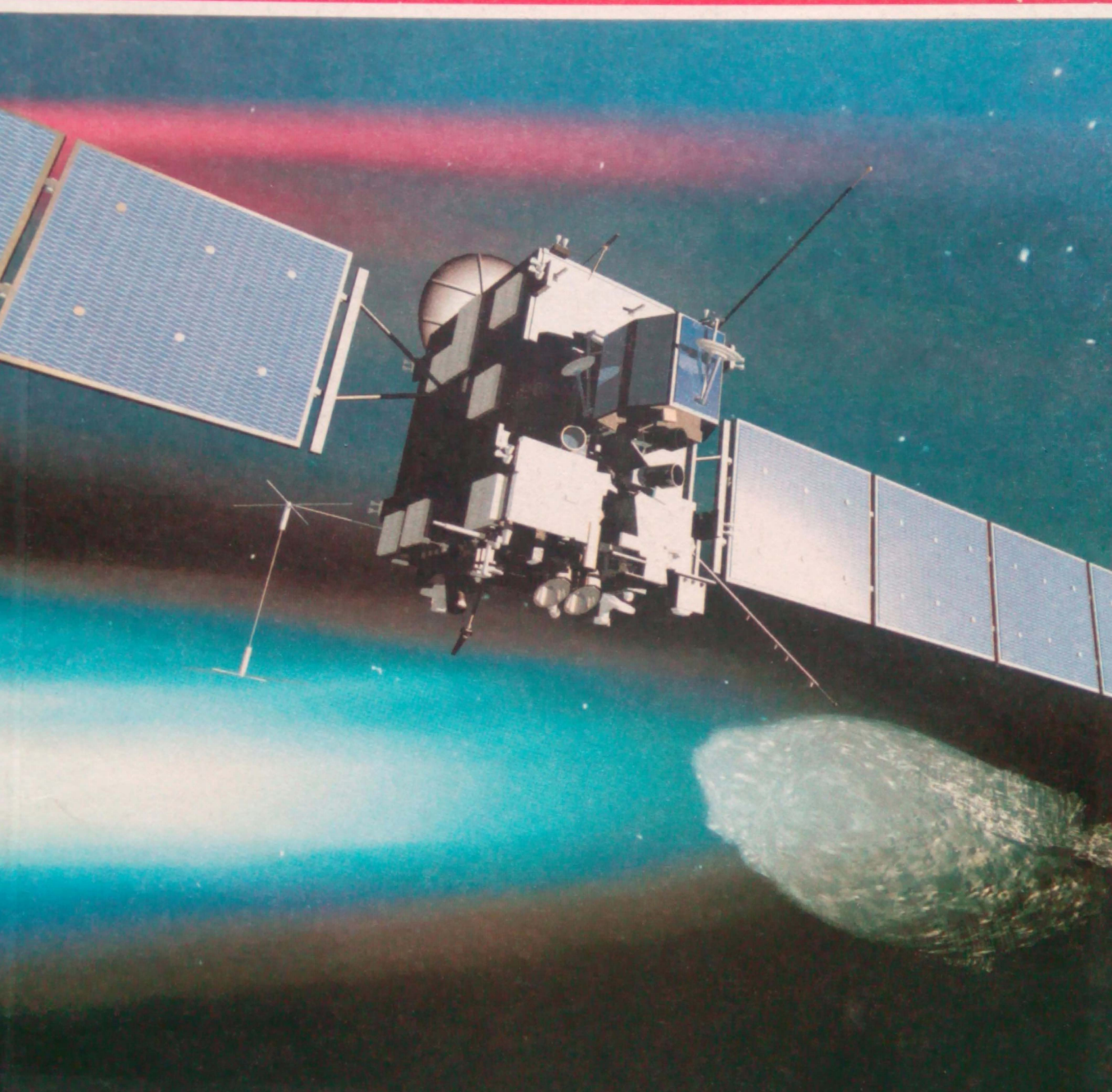
ЗЕМЛЯ И ВСЕЛЕННАЯ

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА



ИЮЛЬ — АВГУСТ

4/2004

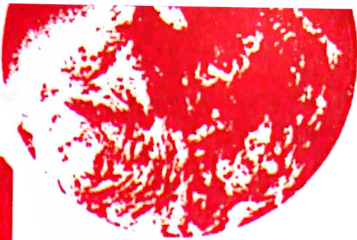




Научно-популярный журнал
Российской академии наук
Издается под руководством
Президиума РАН
Выходит с января 1965 года
6 раз в год
Академиздатцентр
"Наука"
Москва

Земля и Вселенная

4/2004



Новости науки и другая информация: Девятая экспедиция на МКС [11]; Солнце в феврале – марте 2004 г. [26]; Новые книги [38, 100]; Открыта десятая планета? [44]; Самая большая звезда в Галактике? [44]; "Кассини" фотографирует Сатурн [45]; КТХ "добрался" до границ Вселенной [46]; Старт АМС "Розетта" [47]; Ледники Патагонии отступают [60]; Самый полный звездный каталог [92]; Шельфовые ледники и уровень океана [108]; Древнее соленое озеро на Марсе [109]

В номере:

- 3 ЧЕРТОК Б.Е. Настоящее и будущее мировой космонавтики
12 ФИНКЕЛЬШТЕЙН А.М., ИПАТОВ А.В., СМОЛЕНЦЕВ С.Г. Радио-интерферометрическая сеть "Квазар" – научные задачи, техника и будущее
28 ЖАРОВ В.Е., ПАСЫНОК С.Л. Вращение Земли
39 УРАЛЬСКАЯ В.С. Некоторые динамические особенности системы Нептуна

ЛЮДИ НАУКИ

- 51 Памяти Иосифа Леонидовича Розенталя
53 ЕРЕМЕЕВА А.И. Борис Александрович Воронцов-Вельяминов (к 100-летию со дня рождения)

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 57 МАРКИН В.А. Всемирный форум климатологов в Москве
61 КРАСИЛЬНИКОВ А.С. Микросимпозиум по сравнительной планетологии

ИСТОРИЯ НАУКИ

- 66 ДЕЕВ М.Г. Кругосветная эпопея (к 200-летию первого русского плавания вокруг света)
76 КОРЯКИН В.С. Полярные исследования А.В. Колчака

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 84 Небесный календарь: сентябрь–октябрь 2004 г.
93 ЯШИНА Г.Н. Ночь в Московском астроклубе

ПО ВЫСТАВКАМ И МУЗЕЯМ

- 97 БАРКОВА А.Л. Неземные миры в изображениях художников
101 ЛЕВИТАН Е.П. Образец популяризации сложнейших проблем современной науки



© Российская академия наук
© Редколлегия журнала
"Земля и Вселенная" (составитель), 2004 г.

Zemlya i Vseennaya (Earth and Universe); Moscow, Maronovsky per., 26, f. 1965, 6 a year; by the Nauka (Science) Publishing House; Joint edition of the Russian Academy of Sciences and the Society of Astronomy and Geodesy; popular; current hypotheses of the origin and development of the Earth and Universe; astronomy, geophysics and space research; Chief Editor V.K. Abalakin; Deputies Editors V.M. Kotlyakov, E.P. Levitan

На стр. 1 обложки: В августе 2014 г. европейская АМС "Розетта" должна приблизиться к ядру кометы Чурюмова-Герасименко. Рисунок ESA (к стр. 47).

На стр. 2 обложки: Участок неба (1/10 диаметра Луны) в созвездии Печь в Южном полушарии. Это монтаж из более 800 фотографий с общей экспозицией 10⁶ с (11.3 сут), сделанных КТХ 24 сентября 2003 г. – 16 января 2004 г. Самые слабые объекты – очень далекие галактики и квазары, блеск которых составляет 30^m (в 4 млрд. раз слабее звезд, видимых невооруженным глазом). Так выглядела Вселенная в далеком прошлом, когда с "момента" Большого взрыва прошло менее 1 млрд. лет. Фото КТХ (к стр. 46).

На стр. 3 обложки: Вверху – экипаж восьмой основной экспедиции на борту МКС: М. Фоул (командир МКС-8, США) и А.Ю. Калери (РФ), работавший на Международной космической станции с октября 2003 г. по апрель 2004 г. Внизу – экипаж космического корабля "Союз ТМА-4", стартовавший 19 апреля 2004 г. к МКС: М. Финк (США), Г.И. Падалка (РФ) – девятая основная экспедиция (МКС-9) и астронавт шестой экспедиции посещения (ЭП-6) А. Кёйперс (ESA, Голландия). Фото NASA (к стр. 11).

На стр. 4 обложки: Взрыв звезды η Киля (масса 100 М_☉ и диаметр больше орбиты Юпитера), в результате которого образовалась биполярная туманность. Снимок сделан КТХ в 2002 г. На врезке – изображение этой звезды, полученное с помощью адаптивной оптики и двух ИК-датчиков 8.2-м телескопа YEPUN Очень Большого Телескопа (VLT) в Чили 26 ноября 2003 г. Фото NASA и ESO (к стр. 44).

In This Issue:

- 3 CHERTOCK B.E. The Present and Future of World Cosmonautics
- 12 FINKEL'SHTEYN A.M., IPATOV A.V., SMOLENTZEV S.G. Radiointerferometric network "Quasar" – Scientific Tasks, Technique and Future
- 28 ZHAROV V.E., PASYNOK S.L. Turning of the Earth
- 39 URAL'SKAYA V.S. Sustain Dynamic Peculiarities of Neptun's system

PEOPLE OF SCIENCE

- 51 To the Memory of Isosif Leonidovich Rosental'
- 53 EREMEEVA A.I. Boris Alexandrovich Vorontsov-Vel'yaminov (to the 100th Bisthday)

SIMPOSIA, CONFERENCES, CONGRESSES

- 57 MARKIN V.A. World Forum of Climatologists in Moscow
- 61 KRASIL'NIKOV A.S. Microsymposium on Comparative Planetology

HISTORY OF SCIENCE

- 66 DEEV M.G. Round-the-World Epopee (to the 200th Anniversary of the First Russian Round-the-World Sea Voyage)
- 76 KORYAKIN V.S. Polar Exploration of A.V. Kolchuck

AMATEUR ASTRONOMY

- 84 Celestial Calendar: September–October 2004
- 93 YASHINA G.N. Night in Moscow Astroclub

EXHIBITIONS AND MUSEUMS

- 97 BARKOVA A.L. Unearthly Worlds Represented by Artists
- 101 LEVITAN E.P. Example of Popularization of Most Complicated Problems of Modern Science

Редакционная коллегия

Главный редактор член-корреспондент РАН В.К. АБАЛАКИН
 Зам. главного редактора академик В.М. КОТЛЯКОВ
 Зам. главного редактора доктор педагогических наук Е.П. ЛЕВИТАН
 доктор физ.-мат. наук А.А. ГУРШТЕЙН,
 член-корр. РАН Л.М. ЗЕЛЕНЬКИЙ,
 доктор филос. наук В.В. КАЗЮТИНСКИЙ,
 доктор физ.-мат. наук Л.И. МАТВЕЕНКО,
 член-корр. РАН И.И. МОХОВ, член-корр. РАН А.В. НИКОЛАЕВ,
 член-корр. РАН И.Д. НОВИКОВ, доктор техн. наук Г.А. ПОЛТАВЕЦ,
 доктор геол.-мин. наук Г.И. РЕЙСНЕР,
 доктор физ.-мат. наук Ю.А. РЯБОВ,
 доктор физ.-мат. наук Ю.А. СУРКОВ,
 доктор техн. наук Г.М. ТАМКОВИЧ,
 академик АН Молдовы А.Д. УРСУЛ, член-корр. РАН А.М. ЧЕРЕПАЩУК,
 доктор физ.-мат. наук В.В. ШЕВЧЕНКО

Настоящее и будущее мировой космонавтики

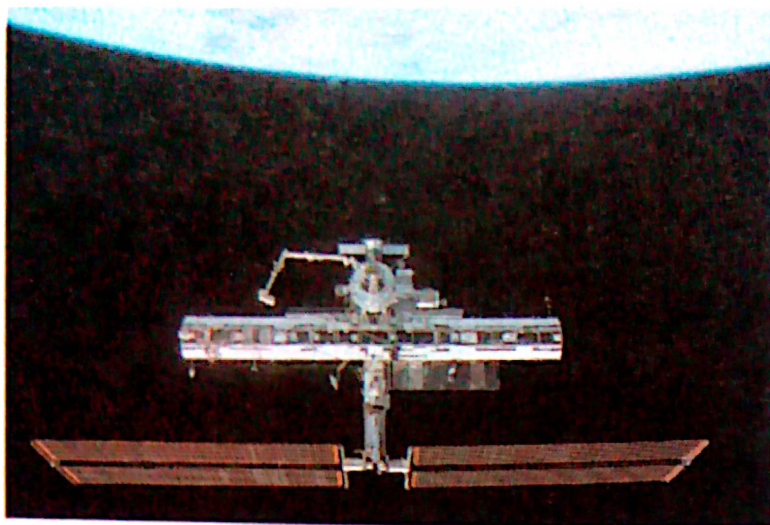
Б. Е. ЧЕРТОК,
академик

28–30 января 2004 г. в Москве прошли очередные, XXVIII академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королева и других выдающихся отечественных ученых – пионеров освоения космического пространства. Как и на прошлогодних Чтениях (Земля и Вселенная, 2003, № 4), работало 17 секций по различным направлениям развития космонавтики и ракетно-космической техники, истории космонавтики и исследованию творчества ее основоположников, вопросам экономики и культуры. Заслушаны свыше 300 докладов, а также сообщения, посвященные жизни и деятельности академика Н.Н. Шереметьевского, конструктора ракет-носителей и боевых ракет стратегического назначения В.Ф. Уткина (к 80-летию со дня рождения), конструкторов авиационных и ракетных дви-



гателей С.А. Косберга (к 100-летию со дня рождения) и В.И. Кузнецова (к 90-летию со дня рождения). В форуме участвовали 12 организаций ракетно-космической отрасли и образовательных центров, Отделение энергетик, машиностроения, механики и процессов управления РАН, Российская академия космонавтики им. К.Э. Циолковского (РАКЦ) и Ассоциа-

ция музеев космонавтики России. Его устроители – оргкомитет под председательством академика Б.Е. Чертока, Комиссия Российской академии наук по разработке научного наследия родоначальников космонавтики и Российское авиационно-космическое агентство (Росавиакосмос). На Чтениях присутствовало более 700 человек, в том числе академики и члены-корреспонденты РАН, специалисты ведущих аэрокосмических организаций, предприятий и вузов, сотрудники музеев космонавтики, деятели культуры. Пленарное заседание, состоявшееся в Центральном Доме ученых, открыл патриарх отечественного ракетостроения академик Борис Евсеевич Черток. Речь Б.Е. Чертока вызвала большой интерес у слушателей. Ниже публикуется текст его выступления с небольшими сокращениями.



Международная космическая станция. Снимок сделан из кабины корабля "Союз ТМА-2" экипажем восьмой основной экспедиции. Ноябрь 2003 г. Фото NASA.

Прошедший после XXVII чтений год ознаменовался событиями, которые уже вошли в историю мировой космонавтики и существенно повлияют на ее дальнейшее развитие.

Первое из них – трагедия корабля "Колумбия", приведшая к гибели семи американских астронавтов и первого астронавта Израиля (Земля и Вселенная, 2003, №№ 2, 5). 1 февраля 2003 г. при возвращении из космического полета на высоте около 61 км корабль разрушился от газодинамических и тепловых нагрузок. Полгода специальная правительственная комиссия и сотни сотрудников NASA занимались расследованием катастрофы и установили ее причины (Земля и Вселенная, 2004, № 1). Последовали организационные выводы вплоть до кадровых перестановок, реализуются программы выполнения технических рекомендаций для продолжения полетов трех оставшихся КК "Спейс Шаттл". Катастрофа "Колумбии" остановила строи-

тельство **Международной космической станции** (Земля и Вселенная, 2004, № 3).

15 лет отечественные пилотируемые космические полеты определялись программами строительства и исследовательских работ на орбитальном комплексе "Мир" (1986–2001 гг.; Земля и Вселенная, 2001, № 5). Уникальные системы автоматического сближения, причаливания и электромеханические устройства стыковки доказали свою надежность в процессе эксплуатации станции и в обозримом будущем обеспечат существование МКС. 23 марта 2001 г. по решению российского правительства станцию "Мир" затопили (Земля и Вселенная, 2001, № 2). С тех пор российская пилотируемая космонавтика находится в полной зависимости от программы МКС. До возобновления полетов кораблей "Спейс Шаттл" (по оптимистическим прогнозам, в конце 2004 г.) жизнедеятельность МКС поддерживается только российской

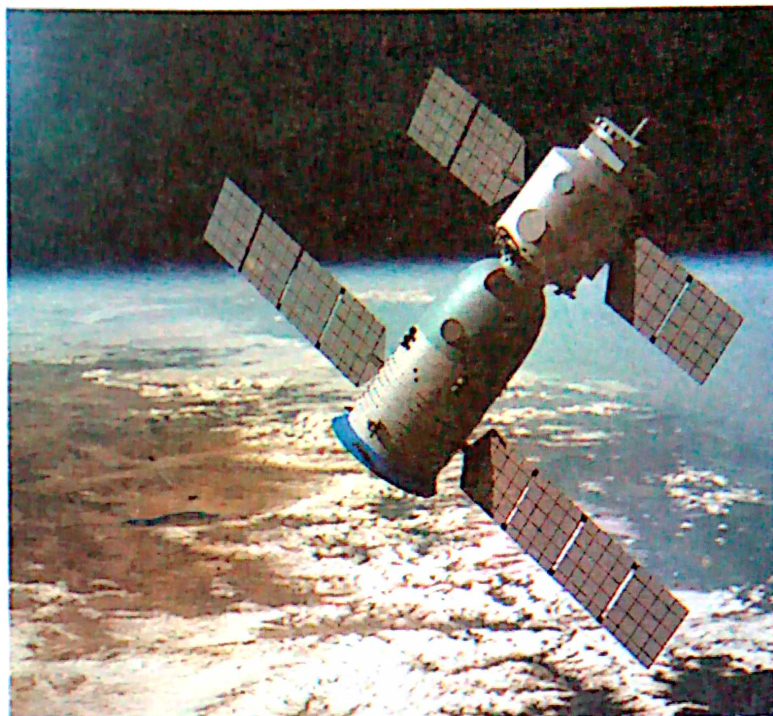
транспортной системой – РН "Союз-У и -ФГ". Пилотируемые корабли "Союз ТМА" и грузовые "Прогресс" своими двигателями поднимают орбиту станции, спасая ее от опасного снижения.

14 января президент США выступил в штабквартире NASA (Земля и Вселенная, 2004, № 3). Он предложил **крупномасштабную программу** – создать постоянно действующие **базы на Луне** и вслед за этим организовать **пилотируемые экспедиции на Марс**. Недостроенная МКС для столь грандиозной программы не очень нужна. Полеты кораблей "Спейс Шаттл" предполагается вообще прекратить к 2010 г., а МКС отдать для дальнейшей эксплуатации партнерам – России, ЕСА и Японии. Одной из первоочередных задач американской пилотируемой космонавтики будет строительство в ближайшие пять лет нового многоразового космического корабля по программе "OSP" (Земля и Вселенная, 2004, № 1). Первый практический результат выступления Дж. Буша – увеличение бюджета NASA до 16.5 млрд. долларов в год. Это примерно в 30 раз больше того, что получает из госбюджета россий-

Китайский космический корабль "Шэнь Чжоу-5". На нем тайконавт Ян Ливэй совершил орбитальный полет 15 октября 2003 г. Рисунок С. Зайк.

ская космонавтика (Земля и Вселенная, 2003, № 4). Партнерам США, и прежде всего России, в 2004 г. надлежит согласовать новую программу окончания строительства и эксплуатации МКС в интересах прикладных и фундаментальных исследований. Глава единственной после распада Советского Союза сверхдержавы сформулировал новую глобальную долговременную цель для американской космонавтики на ближайшие 20–30 лет. Началом этой программы американцы считают успешную посадку на Марс двух марсоходов, которые уже передают на Землю цветные панорамы поверхности Марса (Земля и Вселенная, 2004, №№ 1, 3). Главная задача эксперимента — поиски жизни на Марсе. Ученые США разрабатывают детальную программу полетов АМС на Марс¹.

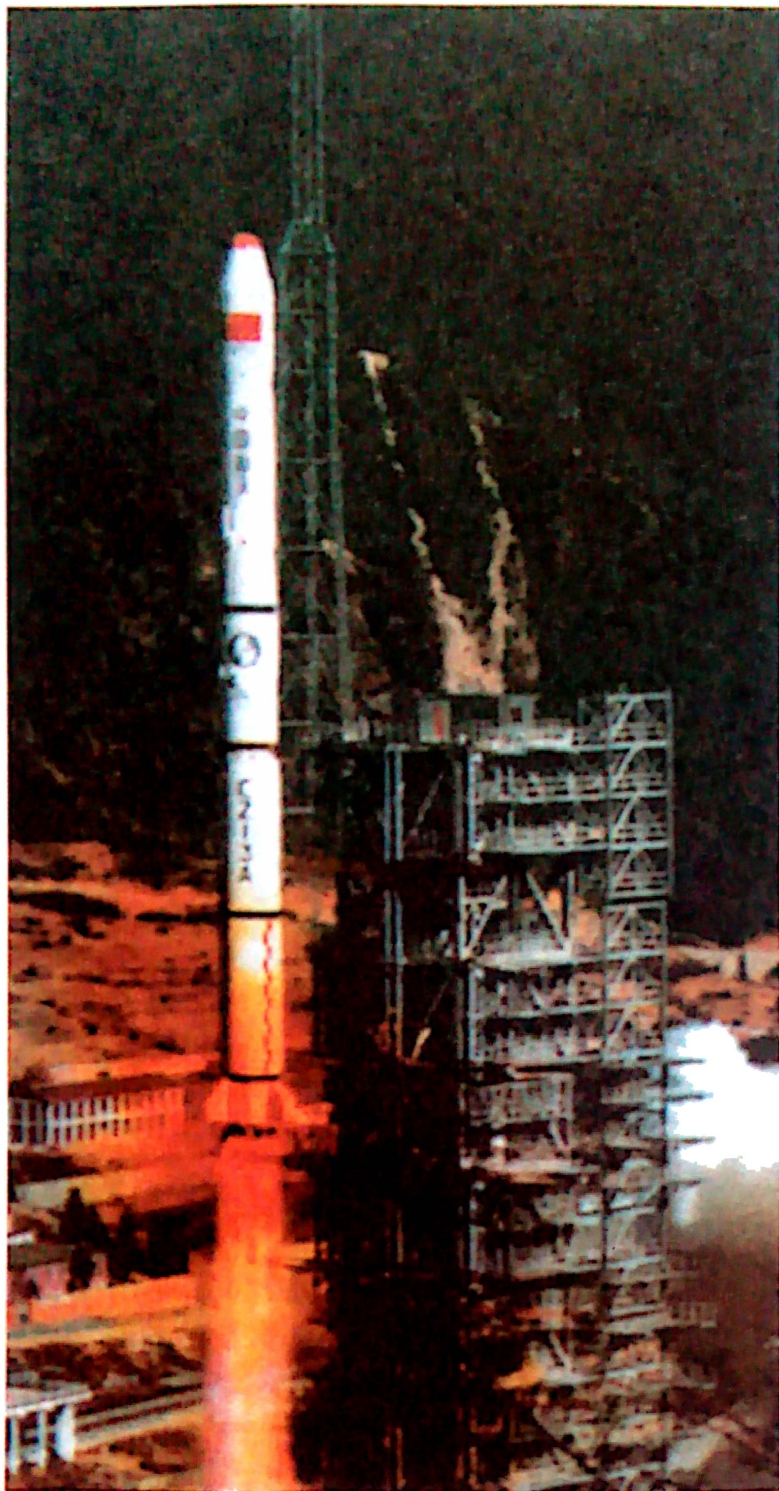
Выдающимся, знаковым событием 2003 г. в истории космонавтики стал полет **первого космонавта КНР** на корабле "Шэнь Чжоу-5" (Земля и Вселенная, 2004, № 1). 15 октября 2003 г. подполковник Ян Ливэй совершил за 21 ч 23 мин 14 витков вокруг Земли и успешно призем-



лился. Ракета-носитель, космический корабль и стартовый комплекс созданы в Китае — третьей стране мира, самостоятельно осуществившей космический пилотируемый полет. Китай продемонстрировал, что он располагает не только надежными ракетами и космическими кораблями, но и большой системой управления полетом, современным ЦУПом и сетью пунктов командно-измерительного комплекса, в том числе и морскими. С прискорбием напоминая, что наши замечательные морские суда "Космонавт Юрий Гагарин" и "Академик Сергей Королёв", специально созданные для контроля за космическими полетами, проданы за рубеж по цене

металлолома. Председатель Центрального военного совета и бывший председатель КНР Цзян Цзэминь назвал полет Яна Ливэя "великим достижением в осуществлении социалистической модернизации и вехой в процессе освоения страной высоких технологий". По его словам, "это событие свидетельствует о том, что целеустремленный китайский народ способен подняться на вершины мировой науки. Китайский народ, под руководством КПК полностью используя преимущества социалистического строя, достигнет новых успехов в области науки и техники, реализации целей возрождения китайской нации". Напомню, что начало развитию ракетной техники в Китае поло-

¹ В марте 2004 г. специалисты NASA объявили, что ими уже получены доказательства существования воды на Марсе в прошлом (Прим. ред.).



Старт 11 декабря 2003 г. китайской РН "CZ-3A" с космодрома Сичан. Фото Китайской корпорации аэрокосмической науки и технологии (CAST).

жено советскими специалистами в 1957 г. в соответствии с обращением

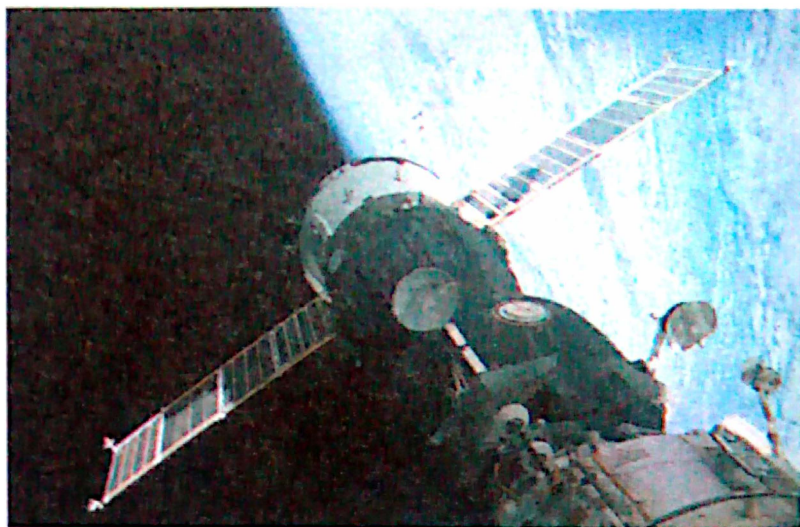
правительства КНР к руководству нашей страны. Академик С.П. Королёв

настоял на том, чтобы в состав правительственной комиссии, подготовившей для китайской стороны необходимые рекомендации, включили одного из ведущих специалистов ОКБ-1 (ныне РКК "Энергия" им. С.П. Королёва) – *Петра Ивановича Мелешина*. Он возглавил коллектив, который длительное время работал в Китае, обеспечивая техническое руководство в становлении там ракетостроения. За основу была принята наша боевая ракета 8Ж38 (Р-2) дальностью 600 км. 5 ноября 1960 г. состоялся первый пуск китайской баллистической ракеты, изготовленной с участием советских специалистов. Это стало началом бурного развития китайской космической промышленности (Земля и Вселенная, 1989, № 6). Первый китайский пилотируемый корабль создан с учетом опыта конструирования наших кораблей "Союз". В отличие от КК "Союз ТМА", "Шэнь Чжоу" снабжен самостоятельным орбитальным модулем; оставаясь на орбите, он может использоваться после отделения спускаемого аппарата. По заявлениям руководителей китайской программы пилотируемых полетов, в ближайшие десятилетия будет разработана орбитальная станция для длительной работы экипажей и проведены масштабные научные эксперименты. Планируется создать орбитальную интегрированную группировку спутников из специализирован-

Стыковка российского космического корабля "Союз ТМА-3" с Международной космической станцией 28 октября 2003 г. Фото NASA.

ных КА на разных орбитах и тем самым заложить базу с целью разведки дальнего космоса.

Новые космические державы – **Китай, Индия и Япония** – включаются в лунную и межпланетную гонку, имея значительно лучшие начальные условия, чем были в период противостояния между СССР и США в 1960-х гг. Они разрабатывают собственную космическую технику, используя поистине революционные достижения цифровых электронно-информационных технологий. Такие технологии существенно повышают надежность космических систем и позволяют создавать принципиально новые приборы для околоземных исследований, планетного мониторинга и военных систем. Во время Второй мировой войны одним из главных стратегических факторов победы было обеспечение господства в воздухе. Во время "холодной" войны и сейчас стратегическим фактором, сдерживающим нападение, является **ядерная триада**: межконтинентальные баллистические ракеты, ракетные подводные крейсера и стратегическая авиация, а через 10–15 лет в дополнение к ней – и превосходство в космосе. Пока все шансы для будуще-

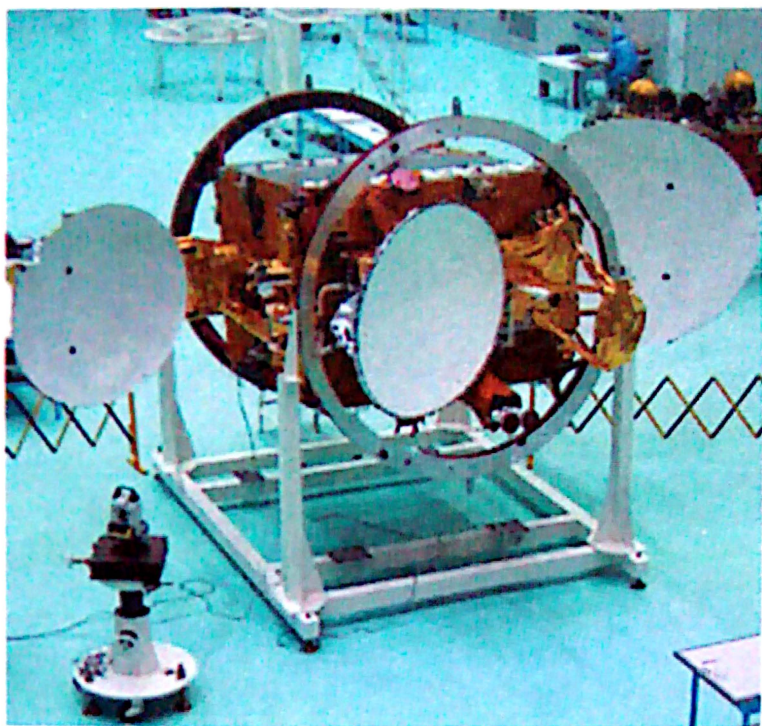


го господства в космосе у США. Однако через 15 лет Китай, при условии продолжения развития теми же темпами, сможет претендовать на статус космической сверхдержавы. Вслед за Китаем стремится стать великой космической державой Индия. Премьер-министр Индии Атал Бихари Бачпай заявил: "Мы поставили перед собой амбициозную задачу – к 2008 г. отправить АМС на Луну".

Ну, а что же можно сказать об **отечественной космонавтике** по итогам 2003 г.? При уровне государственного финансирования космической деятельности в интересах народного хозяйства, социального развития и науки в десятки раз ниже, чем в США, уступающем уже Китаю, Франции и Японии, наша космонавтика, тем не менее, пока востребована в мире (Земля и Вселенная, 2003, № 4). За почти 50-летний период отечественная ракетно-космическая промышленность накопила такой потенциал, что еще способ-

на снова стать лидером научно-технического прогресса и вытянуть за собой современные отрасли высоких технологий. Несмотря на общесистемный кризис, развал и деградацию многих смежных отраслей, позорное обнищание научной сферы, космонавтика все же выстояла. Свидетельство тому: *только российская космическая техника поддерживает сегодня жизнедеятельность МКС*. В 2003 г. с космодрома Байконур запущены ракетами-носителями "Союз-ФГ" и "Союз-У", и успешно стыковались с МКС два пилотируемых корабля "**Союз ТМА**" и три грузовых корабля "**Прогресс М**" (Земля и Вселенная, 2004, № 2). В 2004 г. должны быть запущены два пилотируемых и пять грузовых кораблей для обслуживания МКС. На пилотируемых КК "Союз ТМА" установлена более надежная и точная система управления спуском, чем на кораблях предыдущих поколений.

Выдающимся событием стал запуск 24 ноября



Российский спутник связи и телевидения "Ямал-200" во время предстартовой подготовки. Этот ИСЗ запущен 24 ноября 2003 г. РН "Протон". Фото ГКНПЦ им. М.В. Хруничева.

2003 г. РН "Протон-К" двух современных **спутников связи и телевидения "Ямал-200"**, выдающимся не только в техническом, но и в экономическом смысле. РКК "Энергия" и ОАО "Газком", не получив госбюджетных средств, все-таки ввели в эксплуатацию вслед за спутником связи "Ямал-100" (запущен в сентябре 1999 г.; Земля и Вселенная, 2002, № 6) еще два спутника глобальной связи. Практически доказано, что российская космическая система услуг, использующая самые высокие и современные технологии, способна обеспечить свое дальнейшее развитие. После реорганизаций, с трудом, постепенно возрождаются Военно-космические силы. Начался процесс восстановления наших космических группировок глобальной связи, теле-

видения, дистанционного зондирования Земли, метеорологии, навигации. Накопленные в дореформенные годы научно-технический потенциал, организационный опыт, а также наше чувство ответственности перед страной и народом способствовали тому, что ракетно-космические школы выстояли и способны к созидательной деятельности для обеспечения безопасности страны и возрождения экономики.

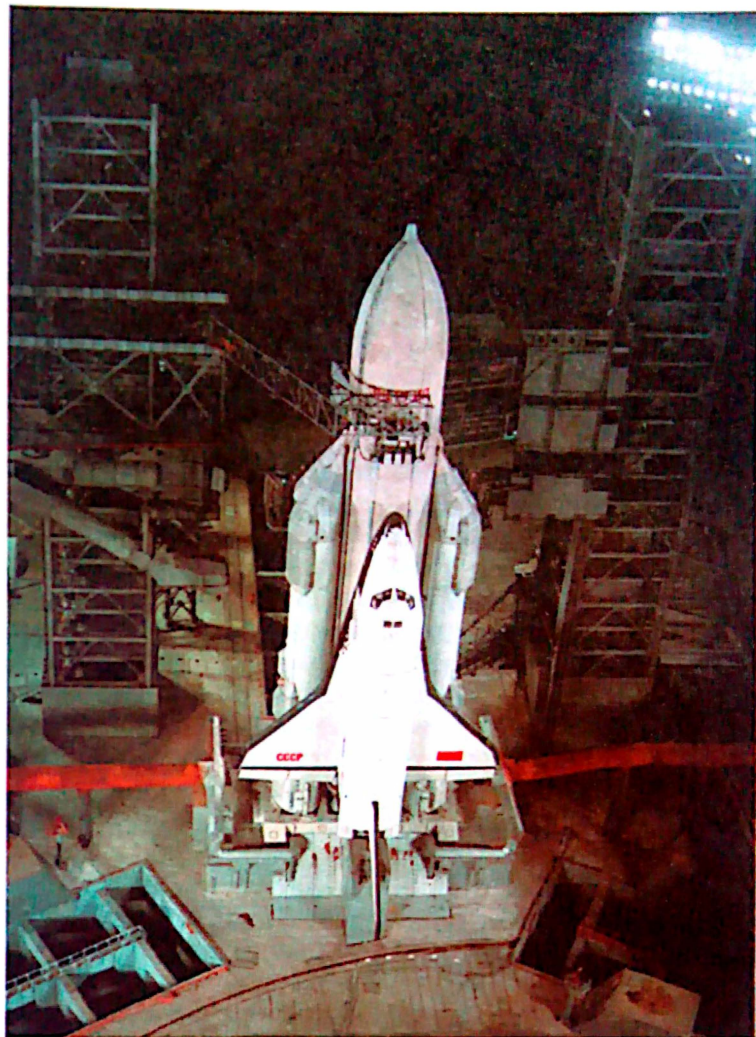
По общему количеству запусков космических аппаратов в 2002 г. Россия снова оказалась впереди планеты всей. Так, в 2002 г. 25 российских носителей вывели в космос 35 космических аппаратов, а в США в результате 18 стартов запущено 23 КА (Земля и Вселенная, 2003, № 6). При этом нашими носителями по

программе МКС проведено 4 запуска, в интересах Министерства обороны – 7, для поддержания российской космической группировки (связь и навигация) – 2 и 13 стартов с зарубежными спутниками. В числе запущенных – 8 ИСЗ навигации, связи и телевидения, созданные в НПО прикладной механики им. М.Ф. Решетнёва. Однако на заседании Президиума РАН в декабре 2003 г. ученые не гордились этим показателем. По сравнению с США и Европой в полном провале находятся программы научных и межпланетных исследований. Правда, на американских и европейской АМС установлены российские спектрографы для анализа состава грунта Марса. Состояние и перспективы отечественных космических исследований рассматривались также на собрании Отделения энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН. Государство почти не финансирует программы научных космических исследований (за последние 10 лет запущен лишь один научный спутник – "Коронас-Ф"; Земля и Вселенная, 2002, № 6. – Прим. ред.). Полет АМС для доставки грунта со спутника Марса Фобоса

Тяжелая РН "Энергия" с пилотируемым кораблем "Буран" на стартовой площадке космодрома Байконур перед запуском. Снимок сделан 15 ноября 1988 г. Фото РКК "Энергия" им. С.П. Королёва.

по программе **"Фобос-грунт"**, планировавшийся на 2005 г., перенесен на 2007 г. (Земля и Вселенная, 2002, № 6).

В 2003 г. состоялись научно-технические конференции и симпозиумы, приуроченные в основном к знаменательным датам космических организаций и юбилеям выдающихся российских ученых – основателей научных школ. Их создатели – С.П. Королёв, В.П. Глушко, М.В. Келдыш, В.Н. Челомей, А.Д. Надирадзе, В.П. Макеев, М.К. Янгель, В.Ф. Уткин, Н.А. Пилюгин, А.М. Исаев, В.П. Бармин, В.И. Кузнецов, М.С. Рязанский, В.А. Котельников, А.Ф. Богомоллов, М.Ф. Решетнёв, Д.И. Козлов, С.А. Косберг, А.Д. Конопатов, В.А. Трапезников, Б.Н. Петров. Этим школам покровительствовало высшее политическое руководство страны. Они опирались на потенциал мощного военно-промышленного комплекса, щедро финансировались и охранялись государством. Прогресс и развитие отечественной ракетно-космической техники, приоритетные достижения мирового масштаба обеспечивались не только великими конструкторами и учеными, но и талантливыми государст-



венными руководителями. Нельзя забывать об огромном значении организаторской деятельности Д.Ф. Устинова, М.И. Неделина, Н.Д. Яковлева, В.М. Рябикова, С.А. Афанасьева, В.Д. Калмыкова, А.И. Шокина, Л.В. Смирнова, Г.Н. Пашкова, О.Д. Бакланова и других руководителей стратегических отраслей промышленности и армии.

2003 г. богат юбилеями, отмеченными торжественными заседаниями и научными докладами. Позволю себе напомнить об одном историческом собы-

тии – 15-летию блестящего полета системы **"Энергия – Буран"** (15 ноября 1988 г.; Земля и Вселенная, 1989, № 1; 1999, № 2). После того как космический корабль "Буран" с потрясающей точностью приземлился на взлетно-посадочной полосе космодрома Байконур, один из его аналогов продолжил существование в качестве... ресторана аттракциона Центрального парка культуры и отдыха в Москве. Пусть хоть так! Но нельзя игнорировать память о замечательной РН "Энергия". После завершения

американской программы "Сатурн – Аполлон" (шесть экспедиций на Луну; Земля и Вселенная, 1989, № 5) и прекращения советской лунной программы "Н1-Л3" (Земля и Вселенная, 1993, №№ 4, 5) носитель "Энергия" оказался единственным в мире надежным сверхтяжелым транспортным средством, позволяющим строить постоянную лунную базу, создавать многоцелевые тяжелые космические платформы и осуществлять межпланетные экспедиции. Данная ракета предусматривает использование ядерно-энергетической установки в программах строительства лунной базы, исследования планет и дальнего космоса. Президент Дж. Буш в своем сенсационном выступлении ничего не сказал о том, что **план колонизации Луны** (Земля и Вселенная, 1989, № 3) не только научная и престижная задача, но во многом военно-политическая и экономическая. Мировой энергетический кризис неизбежен после того, как Россия и Ближний Восток исчерпают свои нефтяные богатства. Атомная энергетика также зависит от запасов урана и наносит своими отходами экологический удар по окружающей среде. Термоядерные электростанции способны обеспечить будущее развитие цивилизации. Для этого необходимо топливо, которого слишком мало на Земле, но много на Луне. Это изотоп гелия – **гелий-3**, который предполагается **добывать в промышленных**

целях (Земля и Вселенная, 2001, № 4). На международных форумах и на заседании Президиума РАН в декабре 2003 г. говорилось о перспективе использования гелия-3 для предотвращения будущего энергетического кризиса. В 2003 г. состоялись международные конференции, где обсуждались проблемы использования ядерной энергии в программах создания баз на Луне, освоения ее полезных ископаемых, обеспечения пилотируемых полетов к Марсу и другим планетам. Страна или группа стран, которые создадут мощные космические ядерно-энергетические установки, а на их основе – транспортные системы для ближнего и дальнего космоса, совершат технологический прорыв и обеспечат господство в космосе. В любом случае ядерно-энергетическим установкам в составе транспортной космической системы необходима ракета-носитель, на первых ступенях которой будут обычные ЖРД. Только **Россия** может в ближайшие годы приблизить время добычи гелия-3 для термоядерных электростанций. Чтобы этого достичь, *следует восстановить лучшую в обозримом будущем тяжелую РН "Энергия"*.

Считается, что за последние 12 лет из России утекли за рубеж **от 200 до 300 млрд. долларов**. И этот процесс продолжается. Российские деньги укрепляют экономику США и Европы, а также позволяют узкой группе наших сверх-

богачей управлять отечественной экономикой в своих клановых интересах. Никакая космонавтика и будущее наших правнуков их не волнуют, а добыча на Луне гелия-3 тем более. У России украли богатства, достаточные не только для создания лунных баз, но и для более высокого уровня жизни нашего народа. Утечка денежного капитала, приводящая к обнищанию значительной части населения, повлекла за собой утечку мозгов – интеллектуального капитала. Десятки тысяч талантливых и перспективных ученых и специалистов уехали в США, Европу и трудятся там на благо свое и этих стран, а не России. Остановить процесс разрушения экономики, науки, обороноспособности – насущная задача России. 15 лет назад, после второго удачного полета "Энергии", мы были организационно, нравственно и духовно ближе к выполнению крупномасштабных глобальных космических и энергетических программ, чем сегодня. Создание лунных электростанций и солнечных космических электростанций прогнозировалось к началу XXI в. Современная космонавтика решает в основном *информационные* проблемы, но в ближайшее время она должна для спасения цивилизации заняться *энергетической* проблемой. Чтобы реализовать перспективные крупномасштабные космические программы, необходимы не только средства, но и вдохновенный труд и энтузиазм ученых, инжене-

ров и рабочих. Несмотря на различные социально-политические уклады США и Китая, высшие государственные руководители двух великих держав используют опыт политического руководства СССР, объявляя цели космонавтики общенациональными задача-

ми, одухотворяющими и объединяющими все слои общества. Поддержка космонавтики вдохновляет подрастающее поколение на овладение знаниями, помогает воспитывать новых изобретателей и первооткрывателей. Такие грандиозные задачи долж-

ны поднимать дух нации. К сожалению, российскую политическую элиту подобная крупномасштабная постановка общенациональных задач пока не привлекает. Надеюсь, что скоро такое положение изменится.

Информация

Девятая экспедиция на МКС

19 апреля 2004 г. в 7 ч 18 мин по московскому времени с космодрома Байконур запущен космический корабль **“Союз ТМА-4”**. На его борту находился экипаж девятой основной экспедиции (МКС-9, см. 3-ю стр. обложки) на Международную космическую станцию: российский космонавт **Г.И. Падалка** (командир корабля и экспедиции) и американский астронавт **Майкл Финк** (бортинженер). На **“Союзе ТМА-4”** стартовал также гражданин Голландии астронавт **ESA Андре Кёйперс** (бортинженер-1 корабля), он работал на станции по программе шестой экспедиции посещения (ЭП-6,

европейский проект **“Дельта”**) в течение 11 сут. 30 апреля 2004 г. А. Кёйперс возвратился на Землю вместе с экипажем МКС-8 (А.Ю. Калери, РФ и М. Фоул, США) на корабле **“Союз ТМА-3”** (Земля и Вселенная, 2004, № 2). Экипаж МКС-8 работал в космосе 194 сут.

Перед экипажем МКС-9 поставлены следующие задачи:

- операции по расстыковке кораблей **“Союз ТМА-3”**, **“Прогресс М1-11”**, стыковке и расстыковке корабля **“Союз ТМА-4”**, стыковке, разгрузке и расстыковке корабля **“Прогресс М-49”**, стыковке и разгрузке корабля **“Прогресс М-50”**, стыковке корабля **“Союз ТМА-5”**;
- поддержание работоспособности станции;
- выполнение двух выходов в открытый космос;
- выполнение программы научно-прикладных исследований основной экспедиции и проекта **“Дельта”**;

– возвращение на корабле **“Союз ТМА-4”** в октябре 2004 г. после 183 сут полета.

Экипаж МКС-9 и астронавт ЭП-6 выполнили 42 эксперимента, из них по российской программе – 39 (191 сеанс с планируемым временем 132 ч), а также 24 эксперимента по проекту **“Дельта”** (58 сеансов).

План полета девятой экспедиции на МКС предполагает два выхода в открытый космос (в июле и августе 2004 г.). В ходе первого на служебном модуле **“Звезда”** установят отражатель для нового европейского грузового корабля (АТV) **“Жюль Верн”** (полеты должны начаться в 2005 г.). Во время второго выхода космонавты заменят панели на функционально-грузовом блоке **“Заря”**, а также активизируют ряд служебных систем станции.

По материалам РКК **“Энергия”**
им. С.П. Королёва

Радиоинтерферометрическая сеть “Квазар” – научные задачи, техника и будущее

А. М. ФИНКЕЛЬШТЕЙН,
член-корреспондент РАН

А. В. ИПАТОВ,
доктор технических наук

С. Г. СМОЛЕНЦЕВ,
кандидат технических наук

Институт прикладной астрономии РАН, г. Санкт-Петербург



В настоящее время для комплексного решения широкого круга задач высокоточного координатно-временного обеспечения эффективно используется метод радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой – РСДБ (Земля и Вселенная, 2003, № 4; 2004, № 3). Несколько десятков крупных радиотелескопов, установленных на всех континентах,

включая Антарктиду, работают (время от времени или постоянно) в режиме радиоинтерферометра со сверхдлинной базой. Еще в конце 70-х – начале 80-х гг. XX в. в ряде радиоастрономических коллективов США, СССР, Европы и Канады (а позднее – Японии и Китая) были выдвинуты предложения по созданию национальных постоян-

но действующих астрофизических и астрометрических РСДБ-сетей. В СССР этот проект активно обсуждался астрономическим сообществом и получил название “Квазар-КВО” (аббревиатура КВО – координатно-временное обеспечение – отражает основную научную направленность вновь создаваемого инструмента).

Астрономию условно можно разделить на две области – астрономию изображений и астрономию положений.

Первая область, к которой относятся астрофизика и космология, в основном исследует механизмы возникновения и эволюции космических объектов – звезд, галактик и их скоплений, квазаров и, наконец, в целом Вселенной. В ней сосредоточены наиболее впечатляющие вызовы природы, яркие теоретические идеи, изощренные физические теории и математические методы. Здесь возникают уникальные задачи и используются самые сложные и дорогостоящие астрономические и космические наблюдательные технологии.

Вторая область изучает геометрические свойства Вселенной, динамику Солнечной системы и Земли. Среди ее фундаментальных задач – установление высокоточных небесной и земной систем координат, определение параметров ориентации между ними (параметры ориентации Земли – координаты полюса, Всемирное время, нутация и прецессия), построение динамической модели Солнечной системы и уточнение фундаментальных астрономических постоянных, исследование поступательно-вращательного движения Земли и трехмерных движений точек земной коры.

В этой области внешне традиционных научных изысканий за последние

два десятилетия произошли революционные изменения, прежде всего связанные:

– с появлением новых фундаментальных задач, которые охватывают не только традиционные вопросы астрометрии, геодезии и эфемеридной астрономии, но и задачи геофизики, глобальной тектоники, физики океана и атмосферы, ряд задач астрофизики, космологии и тестирования фундаментальных физических теорий;

– с новыми прикладными задачами в таких областях, как навигация в ближнем и дальнем космосе, навигационные спутниковые системы, метрология, геодезия, широкополосные системы связи, высокоскоростные системы передачи данных, контроль космического пространства;

– с резким повышением требований к точности астрономических координатно-временных измерений (координатно-временного обеспечения), нижняя граница которых составляет миллиметры при измерении

ях земных координат и субмиллисекунды дуги при измерениях координат галактических и внегалактических источников и тел в Солнечной системе;

– с внедрением самых современных измерительных, в том числе и космических, технологий, таких как радиолокация (РЛ) планет (включая астероиды) и их спутников, лазерная локация ИСЗ (ЛЛС) и Луны (ЛЛЛ), глобальные спутниковые навигационные системы (СНС) GPS (Global Positioning system – Глобальная позиционирующая система) и ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система), доплеровские спутниковые системы типа DORIS (Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite – Доплеровская спутниковая система для определения орбит и положений) и PRARE (Precise Range and Range-Rate Equipment – Оборудование для определения расстояний и скоростей), радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами, астрометрические спутники, которые увеличили точность

Таблица 1

Современные требования к точности координатно-временных измерений

Координаты источников	лучше 100 мкс дуги
Трехмерные земные координаты	лучше 3 мм
Координаты полюса и Всемирное время	лучше 3 мм и 10 мкс
Тектонические движения земной коры	лучше 3 мм/год
Связи оптической и радиоастрономической систем отсчета	лучше 500 мкс/дуги
Определение параметров Солнечной системы	лучше 1 мкс/дуги
Установление глобальной атомной шкалы времени	лучше 10 пс

наблюдений на 3–5 порядков;

– с внедрением новых информационных и телекоммуникационных технологий, позволяющих объединять десятки и сотни инструментов, расположенных на различных континентах, в единые глобальные сети реального времени, передавать и обрабатывать (в том числе и в режиме реального времени) потоки данных со скоростями в десятки гигабит в секунду;

– с постановкой долгосрочных (длительностью до 10 лет) международных наблюдательных программ, объединяющих десятки стран и ведомств и требующих постоянно действующих сетей инструментов.

КОНЦЕПЦИЯ РСДБ

Среди новых измерительных технологий, повысивших точность координатно-временных измерений, наиболее универсальной является радиоинтерферометрия со сверхдлинными базами. Это наиболее эффективный метод развития радиоастрономии высокого углового разрешения. Суть его в том, что радиотелескопы, разнесенные на большие расстояния, принимают высокочастотные шумовые сигналы от естественных радиоисточников, которые далее преобразуются к видеочастоте, регистрируются на магнитных лентах, магнитных дисках или передаются по специальным широкополосным каналам связи, после чего произво-

дится взаимокорреляционная обработка этих сигналов с помощью специального процессора – коррелятора. Способность такой системы регистрировать радиоисточники с различными потоками излучения (чувствительность по потоку) определяется площадью антенн входящих в нее радиотелескопов, полосой регистрации и временем накопления космического сигнала, а угловое разрешение – базой радиоинтерферометра B (расстояние между радиотелескопами). База играет роль эффективного диаметра такого глобального радиотелескопа, а ее размер ограничен лишь диаметром Земли, что позволяет повысить точность определения положений космических радиоисточников по сравнению с отдельными, даже самыми большими, радиотелескопами почти на 5 порядков – от десятков угловых секунд до долей миллисекунды дуги (Земля и Вселенная, 2004, № 3).

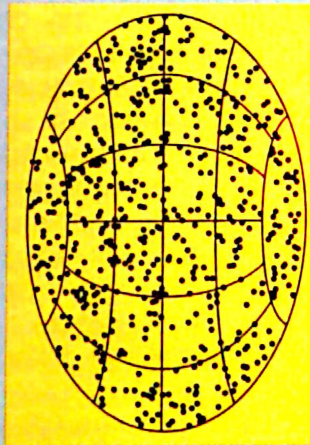
Отклик на выходе коррелятора содержит информацию о распределении яркости радиоисточника и о его положении на небесной сфере – групповую временную задержку t и частоту интерференции $F = dt/dt$. Эти наблюдаемые величины определяют косинусы угла между направлением на источник S и базой B – $(B \cdot S)$ и перпендикуляром к базе, лежащим в экваториальной плоскости $(\Omega \times B) \cdot S$, соответственно. Таким образом, радиоинтерферометр работает как угло-

мерный инструмент. В отличие от классических астрометрических инструментов радиоинтерферометр определяет также с высоким угловым, пространственным и временным разрешением вектор базы B и вектор угловой скорости вращения Земли Ω , то есть те параметры, которые несут важнейшую геодинамическую, геофизическую и геодезическую информацию.

В настоящее время РСДБ-технология продемонстрировала возможность решения следующих задач высокоточного координатно-временного обеспечения:

– построение небесной системы координат ICRF (International Celestial Reference Frame – Международная небесная система отсчета), опирающейся на около 1000 внегалактических радиоисточников, положение которых было определено с точностью от миллисекунд до 10 микросекунд дуги;

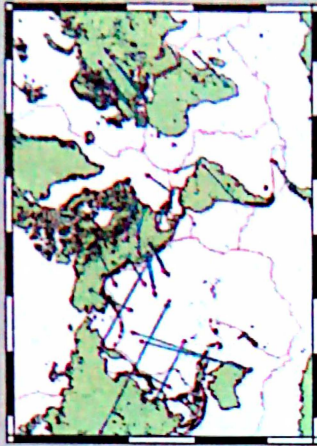
– построение (совместно со средствами лазерной локации ИСЗ и навигационными системами GPS и ГЛОНАСС) земной системы координат ITRF (International Terrestrial Reference Frame – Международная земная система отсчета), закрепленной положениями более 500 опорных станций (из которых около 100 – стационарные и мобильные РСДБ-станции), трехмерные координаты которых определены с точностью 1–3 мм, а их тектонические движения – с точностью до нескольких миллиметров в год;



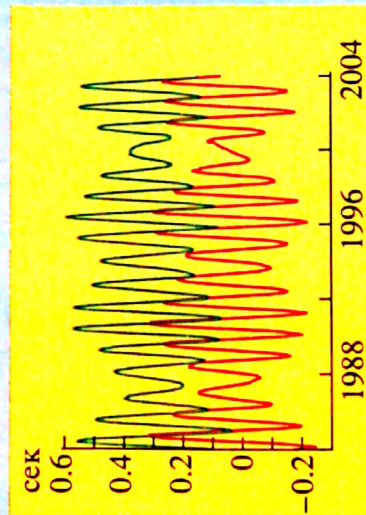
Построение ICRF



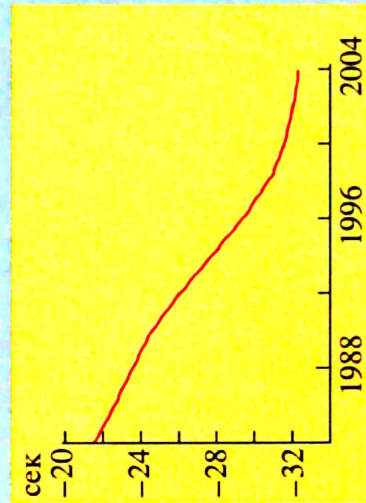
Построение ITRF



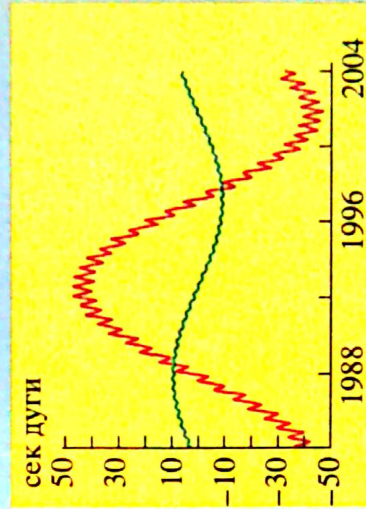
Измерение тектонических движений
РСДБ-станций



Определение координат полюса Земли,
(красная линия – X, зеленая линия – Y)



Разность между Всемирным временем UT1
и атомной шкалой времени TAI



Измерение нутации оси
вращения Земли,
(красная линия – долгота,
зеленая линия – наклонность)

Области астрометрии и геодинамики, где успешно применялся метод субмиллисекундной РСДБ.



– исследование с милли- и субмиллисекундной точностью и высоким временным разрешением параметров ориентации Земли.

Поэтому РСДБ-метод используется во всем мире в качестве базового, и необходимость такого использования поняли уже в середине 70-х гг. прошлого века, когда основной областью его применения была только астрофизика.

В 1988 г. Институт прикладной астрономии АН СССР (ныне – ИПА РАН) начал разработку проекта РСДБ-сети, по которому предполагалось создать 5–6-элементный радиоинтерферометр, заполнявший территорию страны по долготе и широте. Это обеспечивало независимость России от других стран при решении важных национальных задач и одновремен-

но давало возможность для эффективного включения сети в международное радиоинтерферометрическое сообщество в рамках крупных международных астрометрических, геодинамических и астрофизических программ.

Однако после распада СССР и расширения международной кооперации было принято решение ограничиться строительством трех обсерваторий. К настоящему времени эти три обсерватории сети “Квазар” построены в поселке Светлое Приозерского района Ленинградской области, вблизи станции Зеленчукская Карачаево-Черкесской Республики и в урочище Бадары Республики Бурятия. В результате образовалась 3-элементная РСДБ-сеть с размерами

Карта, на которой указаны пункты радиоинтерферометрической сети “Квазар”.

баз $2015 \times 4282 \times 4405$ км, с центром управления в Санкт-Петербурге, где ведется первичная обработка данных и их анализ. Такая геометрия сети была выбрана исходя, прежде всего, из содержания астрометрических и геодезических задач, требующих наличия экваториальных и полярных проекций баз и большой общей зоны видимости радиотелескопов для источников с широким диапазоном склонений.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

Кратко опишем типичную обсерваторию сети “Квазар”, чтобы дать чи-

тателю, потенциальному пользователю, некоторое представление о ее технических средствах и возможностях при работе в радиометрическом и радиоинтерферометрическом режимах.

Основной элемент обсерватории – полноповоротный прецизионный радиотелескоп с зеркалом диаметром 32 м, который, как показал анализ, является во многих отношениях оптимальным при угломерных наблюдениях. Он был изготовлен ОАО “Тяжмаш” (Сызрань) в кооперации с ОАО «Нижегородский авиационный завод “Сокол”» и ОКБ Московского энергетического института. В настоящее время смонтированы все три радиотелескопа сети, два из них – в поселке Светлое и станции Зеленчукская – уже ведут регулярные наблюдения.

Антенна радиотелескопа была спроектирована ОАО ЦНИИ “Проектстальконструкция им. Мельникова” (Москва) по техническому заданию ИПА РАН специально для сети “Квазар”, поскольку астрометрические и геодинамические задачи предъявляли особые требования к конструкции и динамическим качествам этого прецизионного астрометрического и геодезического инструмента. Она построена по модифицированной схеме Кассегрена с основным квазипараболическим зеркалом (фокусное расстояние 11.4 м) и вторичным зеркалом (контррефлектором), представляющим собой модифицированный гиперболо-



Поселок Светлое Приозерского района Ленинградской области

$\varphi = 60^{\circ}32'$, $\lambda = 29^{\circ}47'$, $h = 90$ м



Станция Зеленчукская Карачаево-Черкесской Республики

$\varphi = 43^{\circ}47'$, $\lambda = 41^{\circ}34'$, $h = 1180$ м



Урочище Бадары Республики Бурятия

$\varphi = 51^{\circ}46'$, $\lambda = 102^{\circ}14'$, $h = 810$ м

Обсерватории радиоинтерферометрической сети “Квазар”.

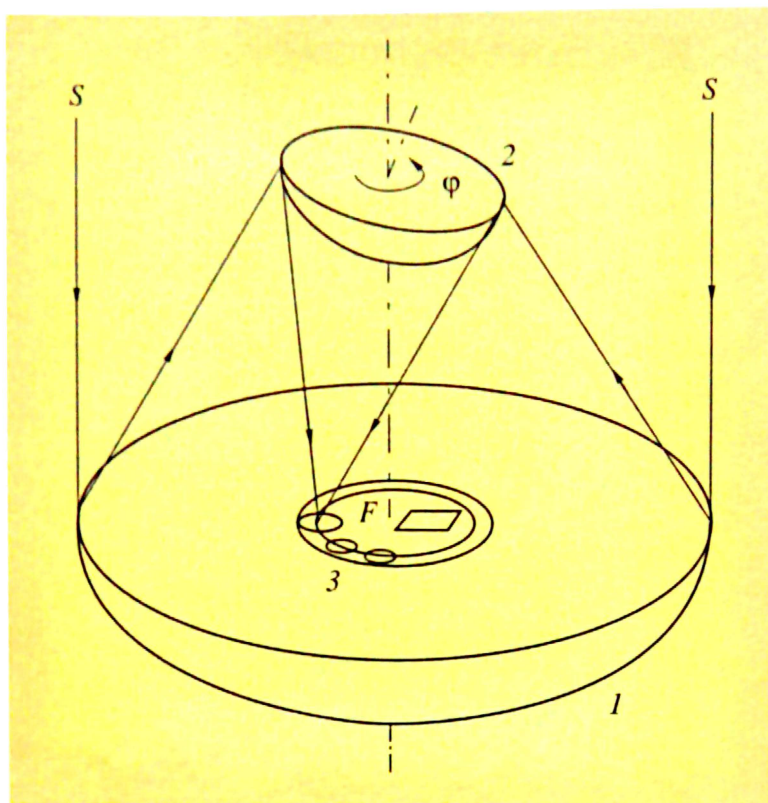


Схема фокусирующей системы радиотелескопа: 1 – главное зеркало; 2 – контррефлектор; 3 – облучатели; F – фокальная плоскость; S – излучение радиоисточника.

ид вращения диаметром 4 м, с одной плоскостью симметрии. Основная и очень оригинальная идея этой конструкции состоит в том, что вторичное зеркало, его приводы и опоры физически “развязаны” с конструкцией зеркала и опираются на опорно-поворотное устройство радиотелескопа независимым образом. Такое техническое решение обеспечивает сохранение формы зеркала и его минимальные искажения, которые возникают при наклонах к горизонту. Впервые в истории отечественного телескопостроения азимутальное движение антенны осуществляется по рельсовому кольцевому пути. В соответствии с этим азимутальный привод выполнен в виде дискретно-фрикционной

многоприводной системы, состоящей из четырех спаренных тележек, движущихся по рельсовому пути. Тележки воспринимают только силы, действующие вертикально: вес и вертикальные составляющие влияния ветра и опрокидывающего момента, а горизонтальные силы действуют на центральную азимутальную опору. Данная система позволяет улучшить стабильность положения вертикальной оси при вращении, повысить точность сопровождения источника, существенно снизить вес металлоконструкций, упростить монтаж антенной системы и ее эксплуатацию.

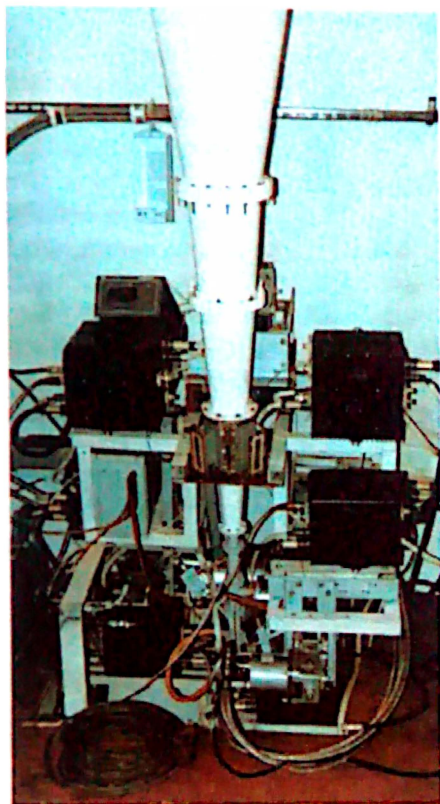
Цифровая система наведения радиотелескопа и сопровождения радиоисточников, разработанная ИПА РАН на базе компью-

терных плат американских фирм Octagon и Fastwel с программным обеспечением в операционной среде Linux, дает возможность наблюдать медленные (естественные) и быстрые (искусственные) радиоисточники с точностью не хуже 5" при скорости ветра до 20 м/с. Эта система реализует алгоритм управления (ПИД-алгоритм), благодаря которому конструкция радиотелескопа массой более 700 т движется достаточно быстро и без заметных автоколебаний.

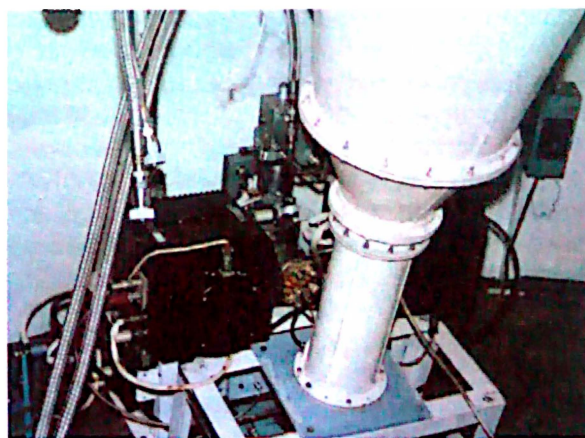
В связи со способностью радиотелескопа работать на различных длинах волн, в нем, в отличие от классической схемы Кассегрена, впервые в России была применена система с подвижным вращающимся вторичным зеркалом. Это зеркало фокусирует принимаемое излучение в стороне от центра антенны, и при вращении его вокруг оси антенны фокальная точка описывает окружность. На этой окружности располагаются рупорные облучатели (устройства для формирования направленного излучения) для различных длин волн, и быстрый переход с одной длины волны на другую осуществляется простым поворотом контррефлектора.



Приемники на волны 2.6 см, 6.2 см и 1.35 см



**Приемники на волны
3.5 см и 13 см**



Приемник на волны 18 и 21 см

Комплекс высокочувствительных криоэлектронных (охлаждаемых до водородных и гелиевых температур) приемных устройств (радиометров) на волны 1.35, 3.5, 6, 13, 18 и 21 см, разработанный ИПА

РАН совместно с ОАО "Сатурн" (Киев), позволяет принимать излучение от естественных космических источников и космических аппаратов. Для высокоточных позиционных наблюдений наиболее важ-

Высокочувствительные криогенные приемники (радиометры), применяющиеся в радиоинтерферометрической сети "Квазар".

ны радиометры на волнах 3.5 и 13 см (S/X-диапазон),

которые в настоящее время приняты международным РСДБ-сообществом в качестве стандартных. Для исключения влияния ионосферы производится одновременный прием на этих длинах волн с помощью двухволнового (совмещенного) рупорного облучателя.

Одна из важнейших характеристик радиотелескопа – низкие шумовые температуры, ибо высокая чувствительность системы по потоку позволяет уверенно регистрировать слабые источники, что, в свою очередь, дает возможность создавать каталоги радиоисточников, равномерно распределенных по небесной сфере, и эффективно использовать эти источники при дифференциальных измерениях для подавления влияния турбулентной тропосферы и неустойчивости аппаратуры. Уже первые измерения показали, что шумовые характеристики радиотелескопов сети “Квазар” на разных длинах волн – одни из лучших в мире.

Для достижения низких шумовых температур (снижение уровня шума путем охлаждения) системы “телескоп – радиометр” усиленные устройства радиометров всех диапазонов располагаются в криостате и охлаждаются до температуры 20 К (водородный уровень). ОАО “Сибкриотехника” (Омск) по техническому заданию ИПА РАН разработало двухступенчатые микрокриогенные системы замкнутого цикла охлаждения,

которые позволяют снизить шумовые температуры радиометров практически до предельного уровня. Так, на фланцах (узлах крепления) криоблока они составляют от 5 К на длинных волнах до 20 К на волне 1.35 см.

Как уже говорилось, радиотелескопы сети “Квазар” работают в двух режимах – радиометрическом и радиоинтерферометрическом, обеспечивая тем самым решение задач не только координатно-временного обеспечения, но и астрофизических задач.

Радиометрические измерения ведутся одновременно в двух диапазонах частот в двух круговых поляризациях. Устройство цифровой регистрации информации разработано в ИПА РАН. Этот модуль воспринимает полосу частот 100–1000 МГц, что позволяет подключать его к любым радиоастрономическим приемникам. Чувствительность устройства практически доведена до теоретического предела. Динамический диапазон, по сравнению с ранее существовавшей в России аппаратурой, увеличен на 10–12 дБ, а нелинейные искажения уменьшены в 3–4 раза. Это дает возможность применять модуль как для измерения весьма слабых, так и для анализа сильных сигналов.

Радиоинтерферометрический модуль DAS (Data Acquisition System – система преобразования данных), разработанный в ИПА РАН и созданный им совместно с ФГУП “Микротехни-

ка” (Санкт-Петербург), работает в той же полосе частот, что и радиометрический модуль, и обеспечивает преобразование сигналов в цифровые потоки, воспринимаемые существующими современными системами регистрации (Mark3–Mark5, K3–K5, S2–S3), а также высокоскоростными линиями цифровой связи. Программное обеспечение, разработанное в ИПА РАН, полностью согласовано с системой Mark IV Field System (NASA), принятой в качестве международного стандарта, обеспечивающего подготовку и автоматизацию РСДБ-наблюдений.

Создание отечественного DAS – существенный прорыв для российской РСДБ, ибо отсутствие таких систем не позволяло эффективно использовать эту технологию даже при наличии западных систем магнитной записи.

В настоящее время в сети “Квазар” в качестве систем магнитной записи используются системы регистрации S2 (скорость регистрации 128 Мбит/с) и Mark4 (скорость регистрации 1 Гбит/с), поставленные Геодезическими службами Канады и NASA, что позволило обсерватории “Светлое” в 2003 г. активно включиться в работу по международным геодиническим РСДБ-программам.

Второй существенный элемент обсерваторий сети “Квазар” – система частотно-временной синхронизации, обеспечивающая временную привязку радиометрических и радио-

Система частотно-временной синхронизации, обеспечивающая временную привязку радиометрических и радиоинтерферометрических наблюдений.

интерферометрических наблюдений. Эта система фактически превращает отдельные радиотелескопы в единый глобальный радиоинтерферометр.

Она состоит из:

- водородных стандартов времени и частоты с нестабильностью 3×10^{-15} при времени осреднения 1000 с, хранящих размеры единиц времени (1 с) и частоты (1 Гц);

- формирователя шкал времени;

- аппаратуры привязки шкал времени по сигналам спутниковых навигационных систем GPS и ГЛОНАСС с точностью не хуже 50 нс;

- буферных усилителей опорных сигналов 5 МГц и фазостабильных линий их передачи;

- аппаратуры контроля и измерения высокостабильных сигналов.

В эту систему также входят комплект синхронизируемых СВЧ-гетеродинов с частотами 1.26, 2.02, 4.5, 8.08 и 22, 92 ГГц и генератор пикосекундных импульсов с длительностью 25–50 пикосекунд, амплитудой около 1 В и частотой следования 1 МГц. Высокостабильные гетеродины обеспечивают когерентное преобразование принимаемых СВЧ-сигналов к рабочему диапазону DAS (100–1000 МГц), а ге-



1 – водородные стандарты;
2 – стойка формирования временной шкалы;
3 – аппаратура обработки сигналов эталона времени и частоты.

нератор пикосекундных импульсов служит для контроля фазовых характеристик тракта от входа приемного устройства до системы регистрации.

На обсерваториях сети “Квазар” установлено также автоматическое метеорологическое оборудование, измеряющее в реальном времени с высокой точностью все метеопараметры (температура, давление, влажность и скорость ветра), которые необходимы при обработке и анализе радиоинтерферометрических наблюдений.

Все стандартные наблюдения выполняются в режиме программного управления оборудованием радиотелескопа. Также программно осуществляются планирование, подготовка, экспресс-анализ наблюдений и создание отчетной документации.

Особое значение имеет подготовка РСДБ-наблюдений, так как она объединяет различные радиотелескопы. При ее планиро-

вании применяются специальные программные пакеты, разработанные в США для планирования астрофизических и астрометрических наблюдений. С помощью этих пакетов обычно подготавливаются управляющие файлы, которые рассылаются по всем обсерваториям, участвующим в наблюдениях. Файлы содержат информацию о наблюдаемых источниках, их координатах, времени наблюдений, частотах настройки DAS и других параметрах системы регистрации. Они поступают в управляющий компьютер, на котором установлена программная система Mark IV Field System, адаптированная к разработанным в России техническим средствам. Эта система выделяет в управляющем файле информацию, относящуюся к данной обсерватории, и формирует подробную программу эксперимента. Таким образом, в настоящее время радиотелескопы сети “Квазар”



Коррелятор Mark III, в который поступают первичные данные из обсерваторий, с системами воспроизведения S2.

способны воспринимать управляющие файлы международных РСДБ-сетей и, как следствие, без труда вписываться в международные наблюдательные программы.

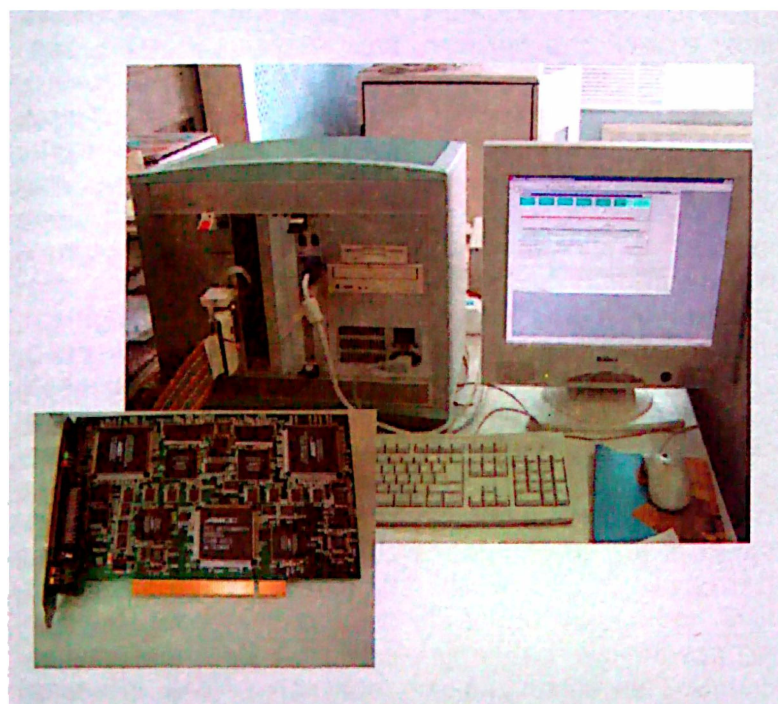
Для планирования и предварительного анализа наблюдений на управляющем компьютере установлена разработанная в ИПА РАН система эфемеридных

расчетов (ЭРА). Кроме того, он снабжен средствами отображения текущего состояния всех систем и телекоммуникационными средствами дистанционного доступа к радиотелескопу и информационного обмена через глобальную сеть Интернет.

Первоклассные наблюдательные РСДБ-станции, которых сейчас в ми-

ре не более двух десятков, помимо чисто радиоинтерферометрических средств содержат и другие средства координатно-временных измерений. Такая коллокация позволяет сравнивать результаты различных средств измерения, уменьшать влияние систематических ошибок, расширять класс исследуемых задач и изучать явления различных временных масштабов. Такой подход был принят и при создании сети "Квазар". Сейчас ее обсерватории оснащены геодезическими приемниками ГЛОНАСС и GPS, а обсерватория "Бадары" – системой DORIS.

Коррелятор, куда поступают первичные данные из обсерваторий, – в определенном смысле фазовый центр сети "Квазар", ибо именно там когерентно складываются сигналы и вычисляются автокорреляционные и взаимокорреляционные функции видеосигналов, несущие информацию о структуре радиоисточника, его координатах и координатах радиотелескопа, а также о параметрах ориентации Земли и других геофизических, геодезических и радиофизических параметрах. В настоящее время



Прототип коррелятора Mark IV/V и его платы.

коррелятор сети "Квазар" может обрабатывать данные, поступающие одновременно с трех пунктов с общей скоростью 384 Мбит/с. В связи с тем, что в 2004–2005 гг. обсерватории сети "Квазар" будут оснащены новыми системами магнитной записи Mark5, позволяющими регистрировать сигналы на магнитные диски со скоростью до 2 Гбит/с, ИПА РАН начал разработку коррелятора нового поколения, способного обрабатывать однобитовые и двубитовые цифровые потоки со скоростью до 4 Гбит/с с каждой станции на базе программируемых логических интегральных схем.

БУДУЩЕЕ И УРОКИ

С началом регулярных наблюдений в обсерватории "Бадары" в середине 2004 г. проект "Квазар" будет в основном завершен. Уже с января текущего года ведутся работы по существенному техническому перевооружению обсерваторий "Светлое" и "Зеленчукская". Мы отметим только те из них, которые заметно повысят технический потенциал РСДБ-сети.

Прежде всего, на обсерваториях будут установлены терминалы класса Mark5 и, таким образом, осуществится переход от традиционной записи на магнитных лентах к регистрации на магнитные диски с одновременным двукратным увеличением полосы регистрации. Это очень важный момент, позволяющий обсервато-

риям системы "Квазар" эффективно работать по международным программам.

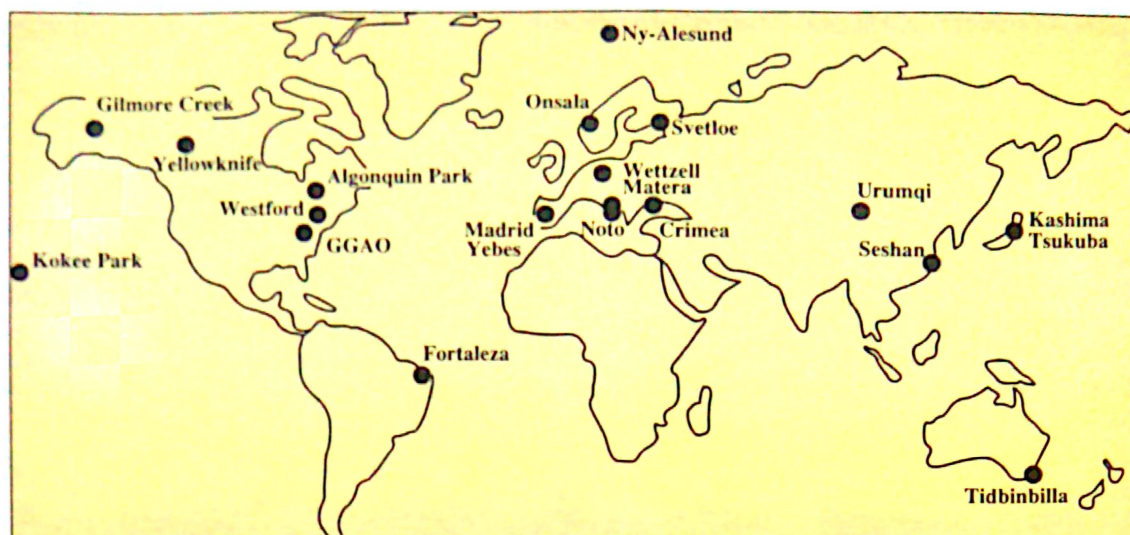
Начнется подключение обсерваторий к магистральным оптоволоконным линиям связи. В 2004 г. обсерваторию "Светлое" подключат к высокоскоростной оптической линии "Транстелеком", что позволит обеспечить передачу данных со скоростями до нескольких гигабит в секунду. Это первый шаг в постепенном превращении сети "Квазар" в РСДБ-систему реального времени, рассматриваемую РСДБ-сообществом как стратегическую.

Радиотелескопы сети "Квазар" начнут оснащаться приемниками на длину волны 7 мм с одновременной юстировкой поверхности радиотелескопов методами радиолографии, что существенно расширит участие сети в астрофизических исследованиях.

Однако основными научными задачами РСДБ-сети "Квазар" останутся фундаментальные задачи астрометрии и геодинاميки, для которых существует множество весьма ответственных и полезных приложений. Большая часть таких задач связана с крупными и долгосрочными региональными и глобальными наблюдательными программами, в которых РСДБ-технология играет решающую роль, например, начавшаяся в 1986 г. радиоастрономическая программа IRIS-S (International Radio Interferometric Sur-

veying – Международный радиоинтерферометрический обзор), в которой задействованы радиотелескопы США и Канады, и принятая в 1990 г. международная геодинамическая программа WEGENER (Working Group of European Geoscientists for the Establishment of Networks for Earth Science Research – Рабочая группа европейских геодинамиков для создания сети в интересах наук о Земле) по изучению кинематики и динамики Евразии, в ней принимает участие около 35 стран Европы, Азии и Америки. Среди них – крупная региональная программа по изучению глобальных и локальных движений земной коры в тихоокеанском регионе APSGP (Asia-Pacific Space Geodynamics Project – Азиатско-Тихоокеанский геодинамический проект), ведущаяся с 1996 г. под руководством Китайской академии наук и объединяющая развитые и развивающиеся страны этого региона. Наконец, начавшаяся в 1997 г. и рассчитанная, по крайней мере, на два десятилетия программа непрерывного мониторинга параметров ориентации Земли CORE (Continuous Observations of Rotation of the Earth – Непрерывные наблюдения вращения Земли), она проходит под научно-техническим руководством NASA, и в нее вовлечено более 10 первоклассных РСДБ-станций, расположенных на разных континентах.

Почти все значительные астрометрические и



геодинамические программы РСДБ-технологии осуществляются в широкой международной кооперации. В настоящее время ее координирует международная организация IVS (International VLBI Service for Geodesy and Astrometry – Международная геодезическая и астрометрическая РСДБ-служба), объединяющая технические ресурсы многих стран и различных ведомств. В рамках IVS ведется интенсивный обмен результатами наблюдений и новыми технологиями.

В начале марта 2003 г. обсерватория “Светлое” – первая из обсерваторий сети “Квазар”, оснащенная терминалом Mark5, – начала регулярные РСДБ-наблюдения по программам IVS, в которых участвуют около 20 РСДБ-станций. Одна из них – программа определения параметров ориентации Земли – планировалась Годдардским центром космических полетов (NASA), а программа уточнения земной сис-

темы отсчета и исследований по глобальной тектонике – Геодезическим институтом Боннского университета. Корреляционная обработка лент проводилась в США и Германии, а анализ данных – в различных центрах, включая ИПА РАН. Уже первые наблюдения позволили уточнить координаты обсерватории “Светлое” на порядок, а параметры ориентации Земли – на 10–20%. Таким образом, сеть “Квазар” дала возможность России, которая до недавнего времени находилась в роли стороннего наблюдателя, быстро и результативно включиться в международные исследования.

В процессе реализации проекта “Квазар” – крупнейшего российского астрономического проекта последних десятилетий – было получено несколько значительных уроков и развенчаны некоторые мифы. В частности, миф о низком уровне российской техники и техноло-

Пункты международной РСДБ-сети (IVS).

гии в таких областях, как высокоточное машиностроение, СВЧ-электроника, квантовая электроника, навигационные и геодезические спутниковые системы, высокоскоростные цифровые системы передачи и обработки данных. На самом деле они соответствуют уровню лучших образцов зарубежной техники и использованы в проекте “Квазар”.

Развенчан и миф о том, что фундаментальные и прикладные исследования – далекие по задачам и методам области науки. Однако современные потребности прикладной науки в высокоточных координатно-временных данных столь высоки, что необходимо использовать весь потенциал астрометрии, геодинамики и эфемеридной астрономии.

**Первые результаты участия обсерватории “Светлое”
в международной РСДБ-сети (IVS)**

Координаты обсерватории “Светлое”					
Годы	X, м		Y, м	Z, м	
2002	2730173.870 ± 0.015		1562442.678 ± 0.015	5529969.075 ± 0.015	
2003	2730173.850 ± 0.001		1562442.667 ± 0.001	5529969.064 ± 0.002	
Точность определения параметров ориентации Земли					
Годы	Координаты полюса, мкс дуги		Всемирное время, мкс	Нутация, мкс дуги	
	X _p	Y _p		Δψ	Δε
Без участия обсерватории “Светлое” 2002 г.	84	64	2.9	122	50
С участием обсерватории “Светлое” 2003 г.	77	59	2.5	114	47

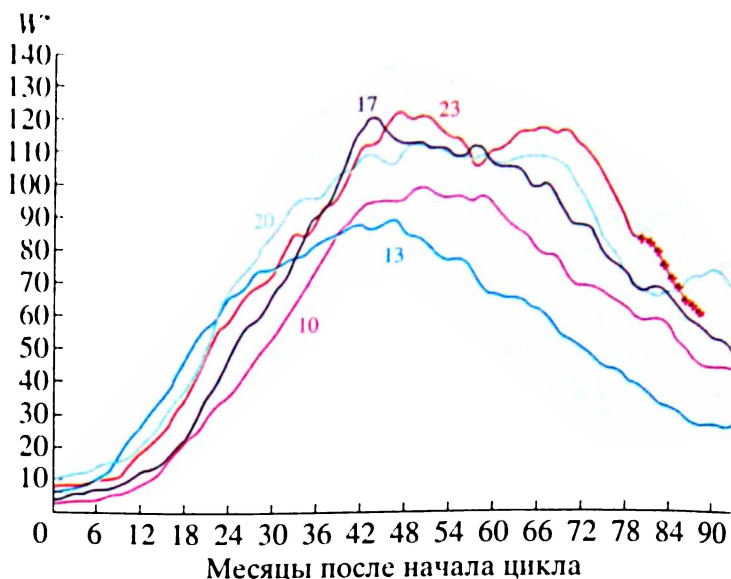
Признано, что Российская академия наук может успешно руководить крупными научно-техническими проектами. В рамках проекта “Квазар” именно РАН выполнила важнейшую роль системного интегратора: дала научно-техническое обоснование проекта, провела основные НИР (научно-

исследовательские работы) и осуществила руководство всеми важнейшими ОКР (опытно-конструкторские работы), создала промышленную кооперацию и совместно с ней разработала и внедрила новые технологии, подготовила к ним производство, осуществила научно-техническое руководство

уникальными монтажными и пусконаладочными работами и провела комплексную пусконаладку, превратившую насыщенную множеством различного оборудования гигантскую конструкцию в уникальный прецизионный научный инструмент.

Солнце в феврале – марте 2004 г.

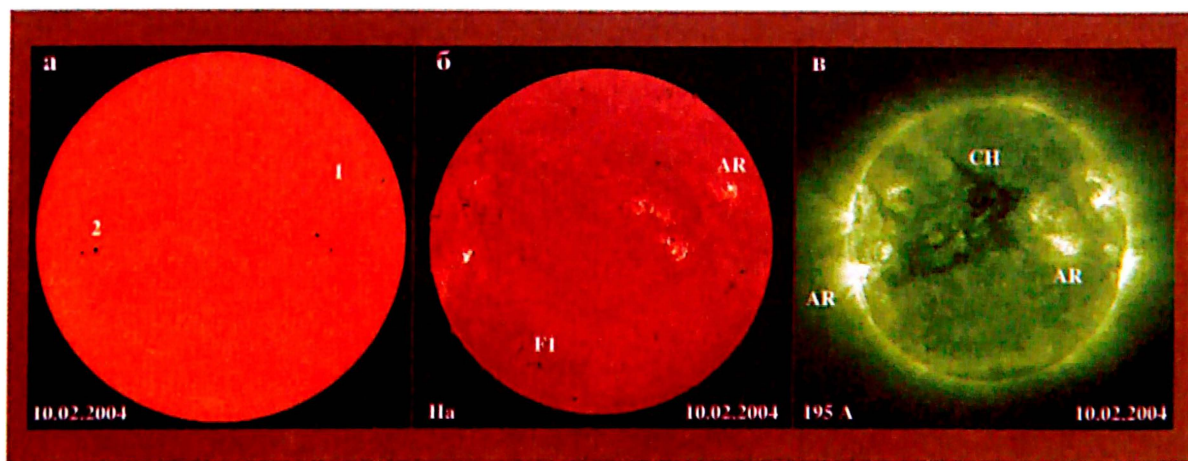
В конце 2003 г. – начале 2004 г. наблюдался постепенный спад солнечной активности, обычный для этого периода развития солнечного цикла. Пятнообразовательная деятельность держалась на уверенно среднем уровне, и ежедневное значение относительного числа пятен за рассматриваемые месяцы ни разу не поднялось до высокого уровня. Напомним, что максимум текущего солнечного цикла наступил в апреле 2000 г. ($W_{\max}^* = 121.7$, $F_{10\text{ см}}^* = 181$), вторичный максимум – в ноябре 2001 г. ($W^* = 115.6$, $F_{10\text{ см}}^* = 193.6$). Текущие среднемесячные значения относительного числа солнечных пятен $W_{\text{фев}} = 47.0$ и $W_{\text{марта}} = 48.9$.



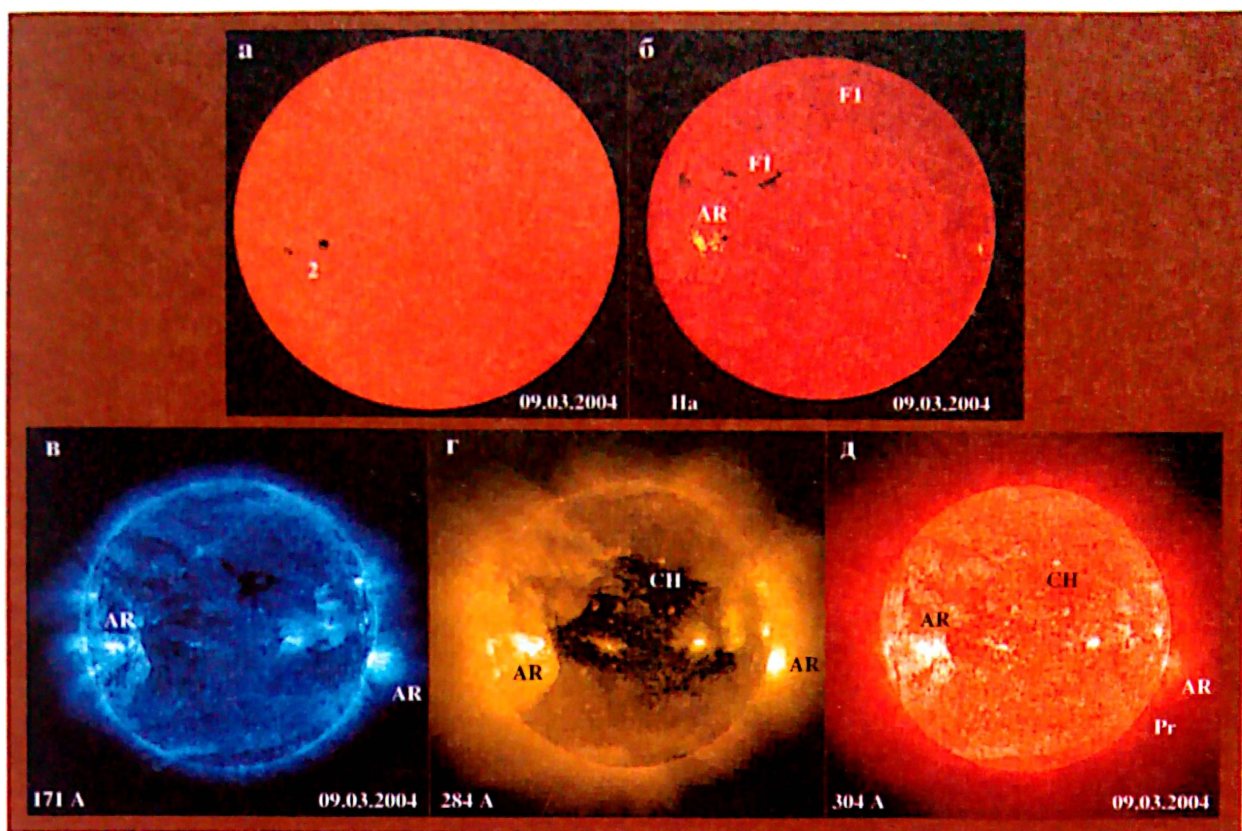
Ход развития за 88 месяцев текущего 23-го цикла солнечной активности среди циклов подобной величины, W^* – сглаженные за 13 месяцев относительные числа солнечных пятен.

В феврале 2004 г. пятнообразовательная активность Солнца была на среднем уровне в первые 16 дней и 23–29 февраля, в остальные дни – на низком. Максимальное относительное число пятен ($W = 67$) наблюдалось 27 февраля, а минимальное ($W = 18$) – 17 февраля. На видимом диске Солнца

постоянно наблюдалось от 2 до 6 групп солнечных пятен, среди которых одна группа пятен в Северном полушарии была большая (AR10564), и 25 февраля в ней произошли два больших вспышечных события, одно из которых было балла X1.1. Девятого февраля произошло еще одно вспышечное со-



Вид Солнца 10.02.2004 г.: а) в белом свете (непрерывном спектре); б) в самой сильной водородной линии видимой части солнечного спектра H_{α} ($\lambda = 6563 \text{ \AA}$); в) в линии крайнего ультрафиолетового излучения $\lambda = 195 \text{ \AA}$ ("SOHO").



Вид Солнца 09.03.2004 г.: а) в белом свете (непрерывном спектре); б) в самой сильной водородной линии видимой части спектра H_{α} ($\lambda - 6563 \text{ \AA}$); в, г, д) в линиях крайнего ультрафиолета $\lambda = 171 \text{ \AA}$, $284 \text{ \AA}$, $304 \text{ \AA}$ ("SOHO").

Обозначения на рисунках: 1 – факелы, 2 – группа солнечных пятен, AR – активная область, F1 – солнечные волокна на видимом диске и протуберанцы на лимбе (на краю) Солнца, CH – корональные дыры.

Снимки взяты в Интернете со страниц Службы Солнца (www.sec.noaa.gov).

бытие – балла M1.2 и 6 выбросов солнечных волокон. Геомагнитная обстановка была возмущенной 10 суток, в основном за счет прихода к Земле рекуррентных высокоскоростных потоков солнечного ветра от солнечных корональных дыр. Умеренная магнитная буря отмечена 11 февраля, малые – 12–14 и 29 февраля. На геостационарных орбитах 22 суток регистрировался высокий уровень потоков высокоэнергичных электронов.

В марте 2004 г. пятнообразовательная деятельность

Солнца в основном была на среднем уровне. Максимальное относительное число пятен ($W = 83$) наблюдалось 25 марта, а минимальное ($W = 23$) – 4 марта. Вспышечная активность устойчиво находилась на низком уровне – лишь 5 вспышечных событий среднего балла M и два выброса солнечных волокон. Рекуррентные геомагнитные возмущения, достигшие уровня малой магнитной бури 1, 2, 9–11 февраля и 30–31 марта, были вызваны прохождением около Земли высокоскоростных

потоков солнечного ветра от больших приэкваториальных корональных дыр. На геостационарных орбитах 25 суток регистрировался высокий уровень потоков высокоэнергичных электронов.

Информацию о текущем состоянии солнечной активности и ее прогноз на русском языке можно найти в Интернете (<http://www.izmiran.ru/space/solar/forecast>). Страница обновляется каждый понедельник.

В.Н. ИШКОВ
ИЗМИРАН

Вращение Земли

В. Е. ЖАРОВ,
доктор физико-математических наук
С. Л. ПАСЫНОК,
кандидат физико-математических наук
Государственный астрономический институт
им. П.К. Штернберга



Земля вращается неравномерно, и человечество тратит огромные средства на изучение этого явления, потому что его понимание очень важно для решения ряда практических задач. Скорость вращения Земли вокруг оси определя-

ется многими причинами, в том числе ее внутренним строением, состоянием атмосферы и гидросферы. Точная теория вращения Земли необходима для определения положения наблюдателя в пространстве и во времени.

ОДНА ИЗ ВАЖНЕЙШИХ ЗАДАЧ
АСТРОМЕТРИИ

Изучение вращения Земли – одна из важнейших задач современной астрометрии (Земля и Вселенная, 2003, № 5). Вращение Земли определяет связь двух основных систем отсчета – земной и небесной. Ведь перед измерением координат какого-то объекта необходимо сначала определить систему отсчета. Земная система зафиксирована прямоугольными координатами около 300 точек (станций). Она жестко связана с земной корой и вращается вместе с нашей планетой. Небесная система отсчета неподвижна в пространстве и задается координатами примерно 600 квазаров. Чтобы перевести координаты объекта из одной системы в другую, необходимо знать па-

параметры вращения Земли: положение полюса, угловую скорость и нутацию.

С другой стороны, периодичность вращения Земли вокруг оси издавна принималась за **основу счета времени**. Земля представляет собой, по сути, "часы". Регулярно регистрируя момент прохождения Солнца через один и тот же меридиан, можно установить продолжительность солнечных суток – одну из основных единиц счета времени и в природе, и в человеческой жизни. До 1960 г. сутки использовались для определения одной из фундаментальных величин – секунды как 1/86400 средних солнечных суток. После появления кварцевых, а затем атомных часов в середине XX в. было доказано, что продолжительность суток (или угловая скорость вращения Земли вокруг оси) не остается постоянной. Это означает, что величина секунды зависит от скорости вращения Земли.

В настоящее время за единицу измерения времени принимается **атомная секунда** (секунда СИ). Согласно резолюции XIII Генеральной конференции по мерам и весам (1967 г.), этот промежуток времени, равный **9 192 631 770 периодам излучения**, соответствует энергетическому переходу между двумя уровнями сверхтонкой структуры основного состояния

атома цезия (Cs^{133}) на уровне моря.

Из определения ясно, что атомное время (число секунд, прошедших от некоторого произвольного момента до настоящего времени), которое показывает атомные часы и по которому мы сейчас живем, **не зависит от скорости вращения Земли**. С одной стороны, это очень удобно: у нас есть исключительно точная **шкала времени**, которая легко реализуется и распространяется потребителям через радио, телестанции и специальные средства связи. Но для того чтобы пересчитать координаты объекта из земной системы отсчета в небесную (или наоборот), нужно обязательно знать параметры вращения Земли. Чуть ниже мы расскажем о причинах, которые вызывают неравномерность вращения. Здесь заметим, что точная теория вращения Земли вряд ли когда-нибудь будет построена. Параметры вращения Земли регулярно определяются и будут в дальнейшем определяться из наблюдений. Для этого используются радиointерферометры со сверхдлинными базами, навигационные системы **GPS** и **ГЛОНАСС** и другие средства. Совместную обработку наблюдений и вычисление параметров вращения Земли выполняет **Международная служба вращения Земли (МСВЗ)**¹.

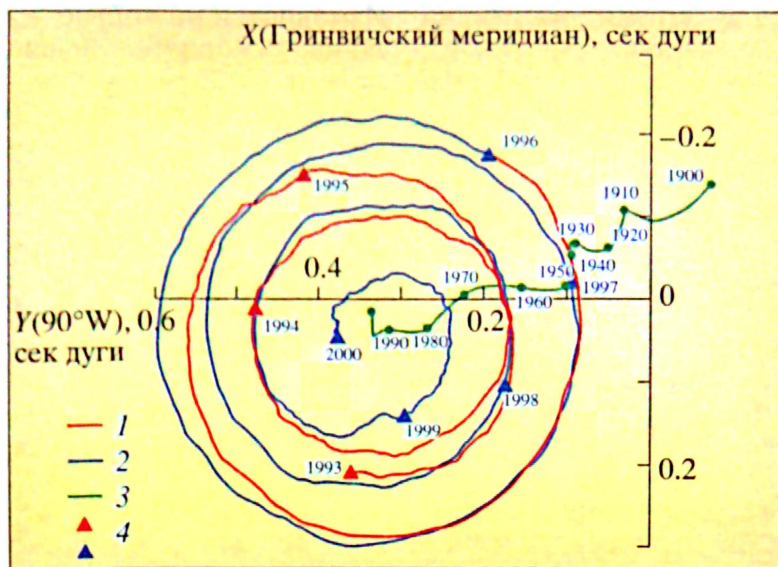
Изменяется не только угловая скорость нашей планеты. Земля еще покачивается относительно оси вращения. Это явление, называемое движением полюса, было обнаружено в конце XIX в. Движение полюса приводит к смещению координатной сетки, то есть к изменению координат точек на поверхности Земли.

Позволим себе сделать отступление и напомнить главные положения теории вращения твердого тела. В основе теории вращения Земли лежат работы **Леонарда Эйлера**, который в 1765 г. вывел основные уравнения движения абсолютно твердого тела вокруг неподвижной точки и затем получил частные решения задачи для случая свободного вращения тела².

Три уравнения Эйлера называются **кинематическими**. Они указывают положение вектора мгновенной угловой скорости в инерциальной системе координат в зависимости от скорости изменения трех независимых углов (углов Эйлера), которые однозначно определяют положение вращающейся системы координат, жестко связанной с телом, относительно инерциального пространства. Три **динамических** уравнения Эйлера задают положение вектора мгновенной угловой скорости во вращающейся системе под воздействием на тело внешних сил.

¹ Сведения об организации, задачах МСВЗ, а также базы данных содержатся на сайте <http://www.iers.org>

² Абсолютно твердое тело – это математическая абстракция: предполагается, что расстояние между любыми двумя точками тела не меняется под действием внешних сил.



Траектория движения полюса:
1 – с 1993 г. по 1995 г.; 2 – с 1996 г. до 2000 г.; 3 – вековое движение полюса с 1900 г. по 2000 г.; 4 – начало каждого года.

Таким образом, имеется шесть уравнений для вычисления шести неизвестных (трех компонент вектора угловой скорости и трех углов Эйлера). Система шести уравнений Эйлера позволяет, зная действующие на тело силы, найти закон его движения.

Наиболее простой вид динамические уравнения имеют в системе координат, оси которой совпадают с главными осями инерции тела, проведенными из неподвижной точки. Для Земли одна из главных осей почти совпадает с осью вращения, а две другие лежат в экваториальной плоскости. Величина, равная произведению массы частицы на квадрат расстояния от оси, называется моментом инерции частицы относительно этой оси. Чтобы найти момент инерции тела, надо сложить моменты инерции всех составляющих тело частиц. Это важнейшие параметры, характеризующие рас-

пределение масс в теле и являющиеся мерой инертности тела при его вращении. Полярный момент инерции Земли C (относительно оси вращения) равен $8.04 \times 10^{37} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$, экваториальные моменты (относительно перпендикулярных осей, лежащих в плоскости экватора) A и B очень близки и равны $8.01 \times 10^{37} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Величины моментов A и C играют главную роль в теории вращения Земли.

Задача о вращении тела под воздействием внешних сил относится к числу сложнейших в механике. Если же тело деформируется из-за вращения и под действием внешних сил, то найти положение оси вращения в общем виде во вращающейся и неподвижной системе координат можно лишь приближенно.

НЕРАВНОМЕРНОСТИ ВРАЩЕНИЯ ЗЕМЛИ

Вектор мгновенной угловой скорости вращения

Земли, две компоненты которого, x и y , дают положение полюса вращения, а третья – продолжительность суток LOD (от англ. Length-Of-Day), не остается постоянным ни по величине, ни по направлению. Изменения компонент довольно малы. Они представляют собой функцию времени, которую можно выразить в виде суммы синусоид (гармонических функций) с частотами, кратными основной частоте, определяемой длиной ряда. Такое представление функции называется спектром. Чем сильнее функция отличается от гармонической, тем богаче ее спектр, тем больше требуется знать гармоник для ее корректного представления.

Спектр параметров вращения Земли очень сложен: в угловой скорости обнаружены гармоники с периодами от нескольких часов до полутора тысяч лет с амплитудами от 2–3 мкс (1 мкс – микросекунда, то есть 10^{-6} с) до 2 мс (1 мс – миллисекунда, то есть 10^{-3} с). Так как продолжительность средних суток равна 86 400 атомным секундам, то максимальное относительное изменение скорости вращения Земли не превышает 2×10^{-8} . В спектре движения по-

люса также найдены внутрисуточные и сезонные гармоники с амплитудами от 10 до 50 мкс дуги ($1'' \approx 1$ радиан/206264.806). Наибольшую амплитуду ($\approx 0.2''$) имеет *чандлеровское колебание* (названо в честь открывшего его в 1891 г. американского астронома С. Чандлера) с периодом около 1.2 года и *годовое колебание* с амплитудой около $0.1''$. Сложение этих двух колебаний с близкими периодами приводит к **биениям**, и в результате движение полюса представляет собой закручивающуюся, а затем раскручивающуюся спираль. Ее радиус на поверхности Земли не превышает **15 м**. Период биений равен приблизительно 6 годам.

Если усреднить координаты полюса на большом промежутке времени, удалив таким образом чандлеровское и годовое колебание, мы обнаружим, что полюс движется от начала координат — условного международного начала — со средней скоростью около 10 см/год в направлении 75° западной долготы. Одной из возможных причин *векового движения* полюса является **таяние ледников**, которое произошло 10–15 тыс. лет назад. Ледниковый покров занимал колоссальную территорию — почти всю Русскую равнину, большую часть Западной Европы и Северной Америки. После снятия огромной ледовой нагрузки земная кора начала медленно подниматься. В настоящее время

в районе Балтийского моря этот подъем составляет примерно 1 см/год и уверенно регистрируется с помощью РСДБ и GPS. **Изменение формы земной коры приводит к изменению ее моментов инерции и, следовательно, к движению полюса.**

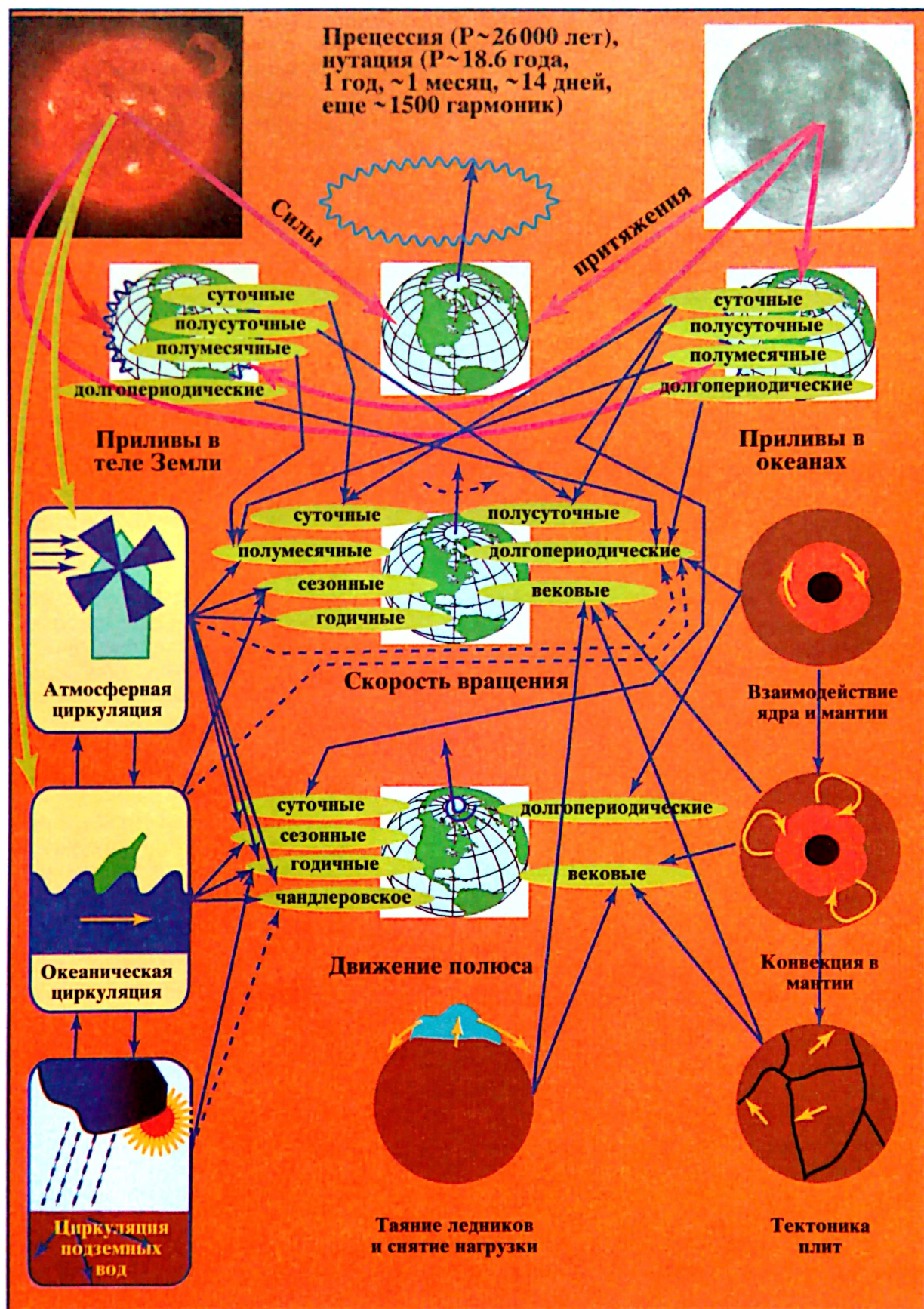
Из решения системы динамических уравнений для свободного вращения абсолютно твердой Земли Л. Эйлер нашел, что период *свободного движения* полюса должен равняться **305 суткам** (период Эйлера). Но С. Чандлер, проанализировав результаты наблюдений, установил: в действительности он близок к **430 суткам**. Расхождение между величинами периодов Эйлера и Чандлера показывает, что Земля не абсолютно твердая. Современные данные показывают, что Земля — *вязкое тело*, поэтому, казалось бы, амплитуда свободного движения полюса должна постепенно уменьшаться и через 15–20 лет “загаснуть” совсем. Однако этого не происходит. Природа возбуждения чандлеровского колебания полюса до конца еще не выяснена, но предполагается, что основную роль в этом играют **течения в атмосфере и океанах**, энергия которых передается коре Земли.

Годичное колебание полюса *вынуждено*: на поверхность Земли действуют силы с периодом, равным году, которые вызывают изменение моментов инерции. Величина периода приводит к мысли,

что годовое колебание полюса как-то связано с влиянием Солнца. В данном случае эта связь — не прямая. Движение Земли по орбите влияет на количество солнечной энергии, поступающей на Северное и Южное полушария Земли; происходит смена сезонов. Это приводит к изменению циркуляции атмосферы, сезонному изменению поля давления на поверхность Земли, то есть, в конечном счете, к изменению моментов инерции с годовым периодом. Мы подробно описали этот процесс, во-первых, потому, что он достаточно изучен, во-вторых, чтобы показать: неравномерное вращение Земли определяется воздействием Солнца.

Амплитуда вынужденного движения полюса пропорциональна моменту сил, действующих на Землю, и обратно пропорциональна разности моментов инерции $C - A$. Поскольку величина разности $C - A$ огромна, вращение Земли очень устойчиво; в природе не существует процессов, которые могли бы создать столь большой момент сил, чтобы полюс сместился хотя бы на градус. Поэтому рассуждения о том, что полюс может сдвинуться на десятки градусов, являются чистой воды спекуляцией.

Кроме гравитационного воздействия Солнца и Луны, на вращение Земли большое влияние оказывают движения в земной атмосфере, Мировом океане, жидком ядре, пере-



распределение масс в коре и мантии.

Продолжительность суток LOD определяется изменением угловой скорости вращения. По данным MCB3, продолжительность суток в 1980–2000 гг. была в среднем на 1.5 мс больше продолжительности средних суток (86 400 с). Это связано с *вековым замедлением* вращения Земли. Длительность атомной секунды приравняли к величине секунды, определяемой скоростью вращения Земли в 1900 г. За сто лет скорость вращения уменьшилась, что привело к увеличению продолжительности суток.

Вековое замедление скорости вращения Земли вызывается **приливным трением в системе Земля–Луна**. Приливная энергия рассеивается (диссипирует). Сила притяжения Луны вызывает появление **приливногo выступа**. Если бы диссипация приливной энергии отсутствовала,

ла, выступ был бы направлен точно на Луну, и замедляющий момент сил отсутствовал. Так случилось бы при идеально упругой Земле с невязкими океанами и ядром. Но Земля не является упругим телом, и максимальный прилив происходит не в момент кульминации Луны, а спустя примерно 10 мин. Луна при этом находится западнее меридиана на угол около 0.4° . Можно сказать, что из-за вязкости тела Земли приливный выступ “зацепляется” за нее и, так как угловая скорость вращения Земли больше средней скорости движения Луны по орбите, опережает Луну. Поэтому момент сил приводит, с одной стороны, к замедлению скорости вращения Земли, а с другой стороны, к увеличению скорости движения Луны и ее **удалению от Земли примерно на 2 см в год**.

Вторая особенность – *декадное* изменение скорости вращения. Считается, что вариации LOD с 10–20-летними периодами связаны с движениями в жидком ядре. Энергия этих движений передается мантии за счет трения и/или электромагнитного сцепления. В последние 10 лет **вращение Земли ускоряется**.

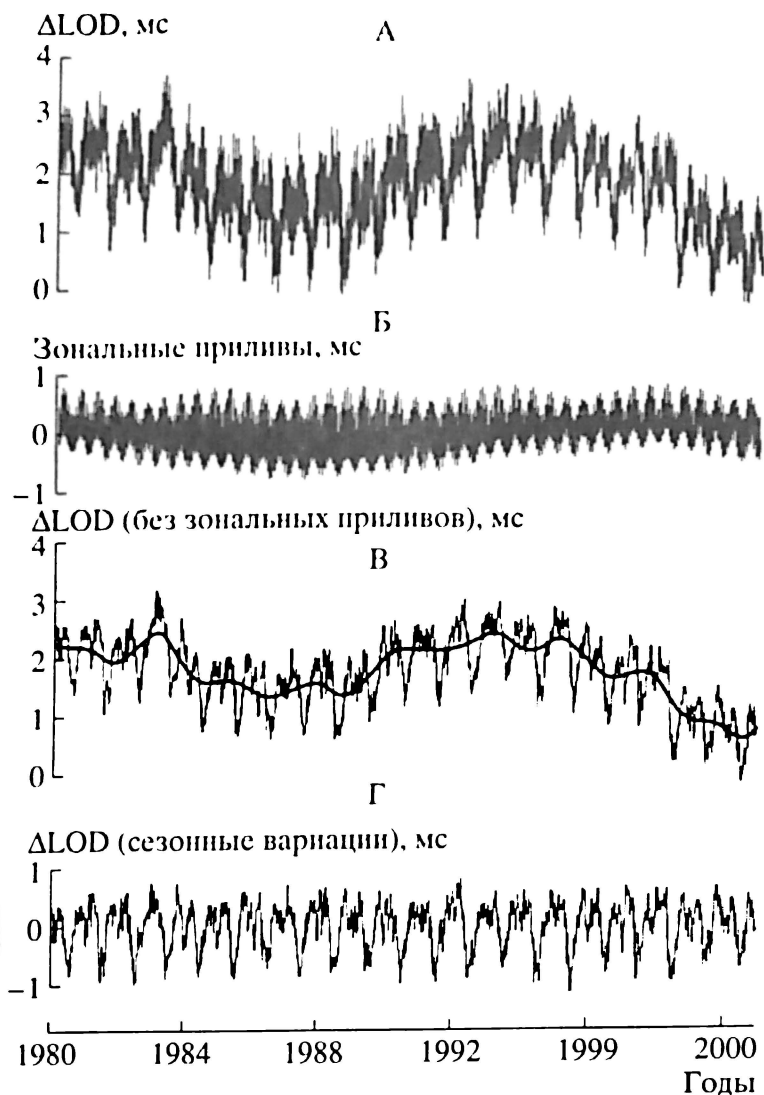
На декадные вариации накладывается множество гармоник, периоды которых лежат в диапазоне от нескольких суток до нескольких лет. Для дальнейшего анализа из наблюдаемых значений LOD

исключим вариации, вызываемые зональными приливами. Эти приливы приводят к изменению полярного момента инерции Земли и угловой скорости ее вращения. Под действием Луны и Солнца Земля деформируется: сплющивается, если силы, приложенные к полюсам, увеличиваются, или, наоборот, принимает форму, более близкую к сферической.

После вычитания приливных и декадных вариаций LOD видно, что определяющей является гармоника с годичным периодом: зимой сутки длиннее средних, летом – короче. Исследования показали, что основная причина сезонной неравномерности вращения Земли – **атмосферная циркуляция**³. В основе этого вывода лежит один из законов сохранения: в отсутствие внешнего момента сил угловой момент (или момент количества движения) тела является постоянной величиной. Применительно к Земле можно утверждать, что суммарный угловой момент твердой Земли вместе с атмосферой сохраняется. Это означает, что если атмосфера в целом начинает вращаться быстрее, то для сохранения углового момента системы Земля должна замедлить вращение. Источником циркуляции атмосферы служит неравномерное поглощение солнечного излучения поверхностью Земли. Момент сил, со-

←
Схема показывает процессы, приводящие к вариациям во вращении Земли. Гравитационное воздействие Солнца и Луны (красные стрелки) вызывает прецессию и нутацию, приливы в океанах и теле Земли. Приливы влияют и на скорость ее вращения, и на движение полюса. Нагрев Солнцем атмосферы и океанов (желтые стрелки) приводит к возникновению течений, влияющих на вращение Земли. В правой части рисунка – процессы, приводящие к медленным изменениям скорости вращения Земли и вековому движению полюса. Идея рисунка – А.В. Копаева.

³ Сидоренков Н.С. Физика нестабильностей вращения Земли. – М.: Наука, 2002.



Изменение продолжительности суток ΔLOD . А – оригинальные данные Международной службы вращения Земли (МСВЗ). На трех графиках – их различные составляющие: Б – вариации, вызываемые зональными приливами; В – декадные, Г – сезонные гармоника.

Луной и Солнцем экваториального избытка масс Земли. Силы притяжения пытаются совместить плоскости экватора Земли и ее орбиты (эклиптики), однако из-за вращения Земли этого не происходит.

Допустим, что Солнце находится в точке S , центр масс Земли – в точке O , точки A и B – на экваторе Земли. Модуль силы притяжения Солнцем точки A , равный $|F_A|$, будет больше, чем модуль силы притяжения точки B , равный F_B . То есть $|F_A| > |F_B|$. Из векторных равенств $F_1 = F_A - F_O$ и $F_2 = F_B - F_O$ получим $F_1 > F_2$. Силы F_1 и F_2 , следовательно, стремятся повернуть плоскость экватора AB по часовой стрелке и совместить ее с плоскостью OS . Из-за вращения Земли такой поворот не происходит, но ориентация оси вращения OP_N изменяется: она описывает в пространстве конус со средней скоростью $50.3''$, угол между осью вращения Земли и перпендикуляром к плоскости эклиптики равен приблизительно 23.5° .

В действительности мгновенная угловая скорость прецессии складывается из двух частей:

здаваемый воздушными течениями, передается земной коре благодаря трению атмосферы о поверхность и разности давлений воздуха на противоположных склонах горных цепей. Аналогичный механизм действует и в океанах: энергия течений передается земной коре.

ПРЕЦЕССИЯ И НУТАЦИЯ

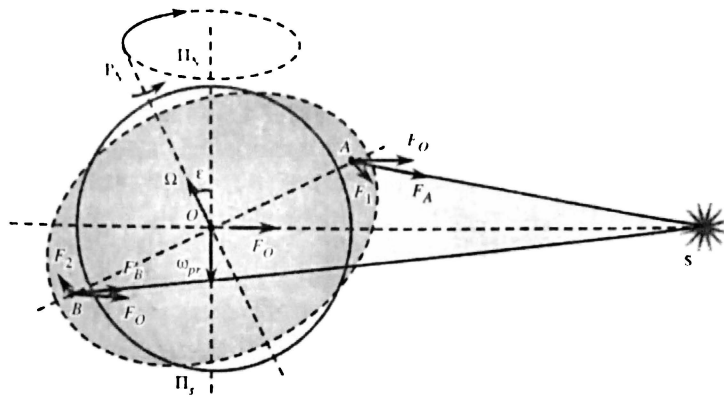
Движение вектора мгновенной угловой скорости Земли в пространстве в результате приливного воздействия Луны и Солн-

ца называют **лунно-солнечной прецессией**. Она была обнаружена еще греческим астрономом Гиппархом во II в. до н.э.

Если колебания оси вращения в теле Земли приводят к изменению географических координат пунктов, то движение оси вращения в пространстве изменяет координаты звезд на небесной сфере. Таким образом, прецессия меняет со временем вид звездного неба.

Прецессионное движение оси вращения Земли вызывается притяжением

Прецессионно-нутационное движение оси вращения Земли: в результате притяжения Луной и Солнцем экваториального избытка масс Земли ось вращения (вектор Ω) прецессирует относительно направления на северный полюс эклиптики Π_N . Направление прецессионного движения противоположно вращению Земли, а скорость ω_{pr} определяется сжатием Земли, расстоянием до Луны и Солнца, наклоном экватора к эклиптике.



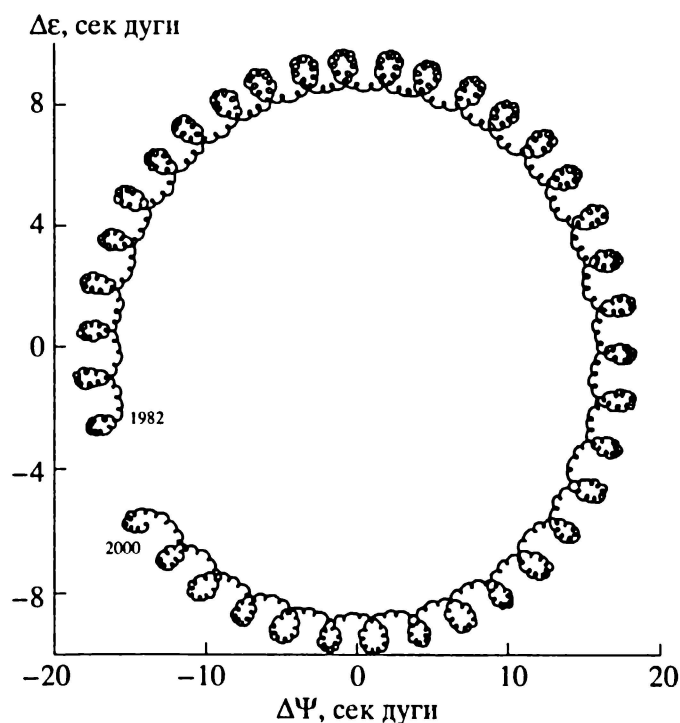
первая обусловлена моментом сил притяжения Солнца, вторая – Луны. В результате этого суммарного эффекта Северный полюс мира описывает на небесной сфере кривую, близкую к окружности, с угловым радиусом, равным примерно 23.5° , вокруг Северного полюса эклиптики. Период оборота равняется примерно 26 тыс. лет. В настоящее время Северный полюс мира находится близко к Полярной звезде. Однако примерно через 8 тыс. лет "Полярной" будет звезда α Цефея, а через 13.5 тыс. лет – Вега (α Лиры).

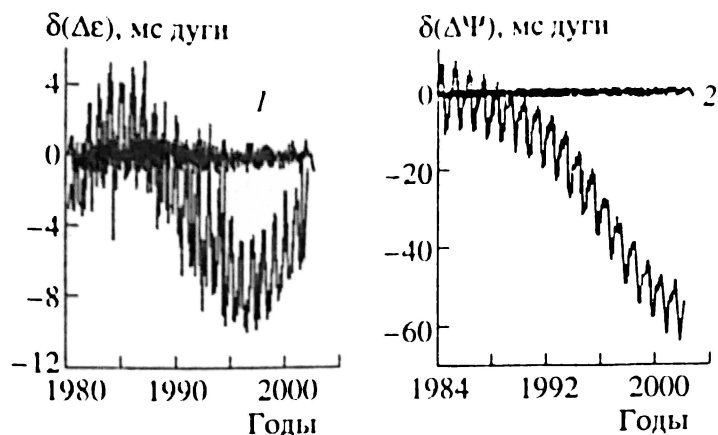
Кроме медленного прецессионного движения ось вращения Земли испытывает и периодические колебания – **нутацію** – с гармониками, основные из которых имеют периоды: 13.7 суток, 27.6 суток, 6 месяцев, 1 год, 18.6 года. Гармоника с периодом 18.6 года с максимальной амплитудой около $9''$ обусловлена **несовпадением плоскости орбиты Луны с эклиптикой** и попят-

ным движением узлов лунной орбиты по эклиптике. Остальные нутационные гармоника имеют меньшие амплитуды.

В результате нутационного движения ось вращения описывает сложные петли в пространстве. Нутация изменяет угол между экватором и эклиптикой (поэтому называется *нутацией в наклоне $\Delta\epsilon$*) и, кроме того, линия пересечения экватора и эклипти-

Нутация оси вращения Земли (без учета прецессионного движения) с 1982 г. по 2000 г. Нутационное движение разложено на две компоненты: $\Delta\psi$ – нутация в долготе и $\Delta\epsilon$ – нутация в наклоне. Главная нутационная гармоника, с периодом 18.6 года, определяется поворотом плоскости лунной орбиты. Меньшие петли вызваны эллиптичностью орбит Луны и Земли, наклоном орбиты Луны к эклиптике и рядом других причин. Современная теория нутации Земли включает около 1500 гармоник нутационного движения с периодом от 2 суток до 18.6 года и амплитудами от примерно $9.2''$ до 10 мкс дуги.





Поправки $\delta(\Delta\epsilon)$ и $\delta(\Delta\psi)$ к вычисленным на основе теории нутации (MAC1980) углам $\Delta\epsilon$, $\Delta\psi$ (1) и поправки к теории, разработанной В.Е. Жаровым и С.Л. Пасынком (2). Новая теория лучше согласуется с наблюдениями: поправки $\delta(\Delta\epsilon)$ и $\delta(\Delta\psi)$ находятся в диапазоне ± 1 мс дуги.

ки движется в пространстве (нутация в долготе $\Delta\psi$).

Так как координаты небесных тел отсчитываются от Северного полюса мира, то прецессия и нутация приводят к смещению координатной сетки на небесной сфере.

Прецессия и нутация зависят от сжатия, внутреннего строения Земли, наклона оси ее вращения к плоскости орбиты, от расположения Луны, Солнца, планет и многих других причин. Следовательно, чтобы построить теорию прецессии–нутации, необходимо знать не только точные координаты и скорости (эфемериды) Солнца, Луны и планет, но и внутреннее строение Земли.

Первыми теориями нутации Земли были теории абсолютно твердой Земли, то есть предполагалось, что внутри планеты нет жидкого ядра. Поэтому и согласие теорий с наблюдениями было только качественное. Различие между вращением твердого тела и тела с полостью, заполненной жидкостью, хорошо известно на примере вращения сырого

яйца и яйца, сваренного вкрутую.

Более сложная теория нутации (MAC1980) была принята Международным астрономическим союзом (МАС) в 1980 г. Она строилась, исходя из существования двух оболочек Земли: упругой мантии и жидкого ядра. Существованием же атмосферы, океанов и твердого внутреннего ядра пренебрегали. Эта модель отражает основные особенности строения Земли. Теория согласовывалась с наблюдениями в пределах ошибок и поэтому долгое время удовлетворяла астрономов. Лишь с появлением радиоинтерферометров со сверхдлинными базами (РСДБ; Земля и Вселенная, 2003, № 4) и значительным ростом точности наблюдений стало ясно, что для разработки новой теории нутации необходимо использовать более сложную модель Земли.

В настоящее время нутация исследуется с помощью РСДБ, на которых наблюдаются внегалактические радиоисточники. Сравнение наблюдаемой

нутации с теоретической, вычисляемой по теории MAC1980, показало, что разница между ними (обозначим эти углы как $\delta(\Delta\epsilon)$ и $\delta(\Delta\psi)$) значительно превышает ошибки наблюдений, которые равны примерно 1 мс дуги. Из спектрального анализа данных следует, что, прежде всего, необходимо объяснить разницу теоретической и наблюдаемой амплитуд основной, 18.6-летней, гармоник, а также годичной гармоник. Для других гармоник разница меньше, но, тем не менее, значима.

Максимальное отличие теоретической нутации MAC1980 от наблюдаемой – величина углов $\delta(\Delta\epsilon)$ и $\delta(\Delta\psi)$ – не превышает нескольких десятков миллисекунд дуги. Заметим, что под углом в 1 мс дуги видна горошина диаметром 5 мм с расстояния в 1000 км. На поверхности Земли угол в 1 мс дуги соответствует приблизительно 3 см. Несмотря на столь, казалось бы, малое расхождение теории MAC1980 с наблюдениями, оно свидетельствует о значительном отклонении строения Земли от принятой модели. Считается, что основная годич-

ная гармоника в разностях $\delta(\Delta\epsilon)$ и $\delta(\Delta\psi)$ является следствием отличия **сжатия границы ядро–мантия** от гидростатического. Для согласования теории нутации с наблюдениями необходимо увеличить экваториальный радиус этой границы примерно на 500 м, то есть дополнительно “сжать” жидкое ядро Земли. Подчеркнем, что это выдающееся открытие в геофизике сделано **на основе астрономических наблюдений**.

Кроме годичной гармоника, отчетливо выделяющейся в разностях $\delta(\Delta\epsilon)$ и $\delta(\Delta\psi)$, найдены и другие гармоника, амплитуды которых теория нутации предсказывает недостаточно точно. Для объяснения этого требуется учесть такие особенности строения Земли, как наличие атмосферы, океанов, неэластичность мантии, вязкость жидкого ядра.

Это было сделано в нашей теории. **Мантия уже не предполагается упругой**: часть энергии вращения рассеивается в ней. Введены специальные поправки на неупругость мантии. Не было упущено и то обстоятельство, что часть своего момента вращения мантия передает **океанам**, и на их влияние также введены соответствующие поправки. Впервые было учтено **присутствие атмосферы** как тонкой оболочки, покрывающей Землю. Жидкость внешнего ядра Земли считается вязкой, и взаимо-

действие ядра и мантии осуществляется посредством **электромагнитных сил сцепления**. Внутреннее ядро предполагается упругим. Величина некоторых параметров, которые характеризуют строение Земли, заранее не была известна. Поэтому мы подобрали параметры таким образом, чтобы объяснить разности $\delta(\Delta\epsilon)$ и $\delta(\Delta\psi)$. В результате получены оценки вязкости жидкого ядра, скорости вращения твердого ядра, величины электромагнитных сил, генерируемых в ядре.

Новая теория нутации значительно точнее предыдущей: мы можем предсказывать положение оси вращения Земли в пространстве с ошибкой 0.2 мс дуги, то есть в 10 раз точнее, чем раньше⁴.

ТОЧНОСТЬ НАБЛЮДЕНИЙ
И ТЕОРИЯ

Изучение вращения Земли – одна из немногих задач в астрономии, в которой наблюдения обнаруживают неточность теории. Это связано с тем, что вращение Земли тесно связано с ее **внутренним строением**, состоянием вещества в ее недрах, с процессами **переноса масс в атмосфере и океанах**. По мере совершенствования наблюдений все более слабые в энергетическом отношении процессы будут обнаруживаться. Нередко частоты, с которыми эти про-

цессы воздействуют на Землю, близки или совпадают. Уточнение теории вращения может помочь отделить влияние одного процесса от другого.

Результаты астрономических наблюдений: ряды параметров вращения Земли, полученные с помощью РСДБ и других средств, широко используются для решения прикладных и фундаментальных задач в астрономии, геофизике, геодезии, космической навигации.

Знание связи земной и небесной систем отсчета необходимо при наблюдении за спутниками, космическими зондами и определении их координат. Любому человеку, вычисляя координаты на поверхности Земли с помощью навигационных систем (GPS, ГЛОНАСС, а в будущем GALILEO), использует принятую теорию нутации, часто не сознавая этого. Международная служба вращения Земли разработала Соглашения, в которых приводится конкретная процедура для вычисления ориентации Земли в пространстве. Это является необходимым условием для вычисления по сигналам космических аппаратов координат пунктов на поверхности Земли или, наоборот, координат космических аппаратов по наблюдениям с поверхности Земли. Для осуществления новых космических проектов Евросоюза, таких как ENVISAT, GOCE, CRYOSAT, требуется еще более со-

⁴ В.Е. Жаров в составе группы европейских ученых отмечен в 2003 г. премией им. Декарта Европейского Союза за разработку новой теории нутации (Земля и Вселенная, 2004, № 2). – *Прим. Ред.*

вершенная теория прецессии–нутаии, а также более точная **координатная сетка** на поверхности Земли и небесной сфере.

Кроме решения прикладных задач астрометрии, геодезии и навигации, теория нутаии позволяет заглянуть в **глубины Земли** и дать ответ на фундаментальные вопро-

сы: каковы величина сжатия границы ядро–мантия, значение вязкости жидкого ядра, скорость вращения твердого ядра, магнитное поле в ядре, вязкость мантии. Включение в теорию нутаии параметров, зависящих от электромагнитного сцепления жидкого ядра и мантии, позволило оценить маг-

нитное поле в ядре, скорость течения в нем вещества и другие характеристики. Иными способами это сделать было нельзя.

В 2009 г. планируется осуществить космический проект по изучению вращения Марса. Разработанная теория нутаии поможет узнать, есть ли у Марса жидкое ядро.

НОВЫЕ КНИГИ

Нефть континентальных рифтов

В XX в. внимание геологов привлекли тектонические разломы в земной коре, глубоко уходящие в ее недра. Перекрывтые толщами осадочных, а иногда и вулканических отложений, они часто не видны с поверхности. Этими глубинными трещинами разделеныдвигающиеся литосферные плиты или их фрагменты. Установлено, что с глубинными разломами связаны все сильнейшие землетрясения. По ним же поднимаются из недр Земли газожидкостные потоки – флюиды (Земля и Вселенная, 2003, № 1).

В результате многочисленных исследований выявлена приуроченность нефтяных месторождений к зонам континентального рифтогенеза. Известный российский геолог, лауреат премии имени В.И. Вернадского Российской академии наук, доктор геолого-минералогических наук Г.П. Вдовыкин обобщил современные данные о нефтеносности земной коры и проследил эту связь по основным нефтегазоносным бассейнам в своей книге “Глубинные разломы и нефтеносность” (М., Спутник, 2003).

Урало-Каспийско-Аравийский пояс глубинных разломов,

расположенный между меридианами 41° и 58° в.д., включает разновозрастные бассейны. Г.П. Вдовыкин и Н.Н. Сочеванов еще в 1993 г. дали прогноз обнаружения в Волго-Уральском регионе (в пределах Оренбургской области) новых нефтяных месторождений – аномалий типа “залежь” (АТЗ): 15 из них закартированы на территории Бузулукской впадины, 24 – на юго-восточном склоне Русской платформы. На Туранской плите (полуострове Мангышлак, Казахстан) расположены нефтяные месторождения, прямо связанные с глубинным разломом.

Рифтовые структуры Западной Сибири находятся в пределах морской Карской и континентальной Западно-Сибирской плит. В пределах Восточно-Сибирской платформы глубинные разломы широко распространены, но скрыты под мощными поверхностными трапповыми (изверженными) породами, а на юге платформы – под соленосными нижнекембрийскими отложениями. В 1977 г. Г.П. Вдовыкин закартировал систему глубинных разломов к северу от озера Байкал протяженностью до 1200 км. На тектоническую карту России эта рифтовая система нанесена под названием “линеament Вдовыкина”. К протянувшемуся на 1.2 тыс. км разлому приурочено большинство нефтяных месторождений Восточной Сибири. С учетом геологических рекомендаций Г.П. Вдовыкина на Непском своде открыто два нефтя-

ных месторождения – Верхне-Чонское и Даниловское.

Связь нефтеносности с континентальными рифтами объяснялась в концепциях органического и неорганического происхождения нефти. Неясным оставался ключевой геохимический аспект. Необходимо было выяснить, существуют ли принципиальные отличия между биогенной и абиогенной нефтью? Проведенные Г.П. Вдовыкиным гео- и космохимические исследования позволили ему сформулировать “закон Вдовыкина”, согласно которому “независимо от происхождения первичных форм углерода, но в зависимости от термодинамических и физико-химических условий среды углерод образует сходные формы проявления”. Смешанное происхождение земной нефти обусловлено проникновением флюидов из недр Земли по глубинным разломам в зону накопления органических осадков.

Международный биографический центр в Кембридже (Великобритания) присудил Г.П. Вдовыкину в 2003 г. звание “Международный ученый 2003 года” и Международную медаль почета – “за интеллектуальное и профессиональное превосходство”.

И.А. РЕЗАНОВ,
доктор геолого-
минералогических наук

Некоторые динамические особенности системы Нептуна

В. С. УРАЛЬСКАЯ,
кандидат физико-математических наук
ГАИШ

Введение в строй наземных телескопов с объективами больших диаметров, успешная эксплуатация Космического телескопа им. Хаббла, появление в астрономии другой наблюдательной техники привели к открытию огромного количества малых спутников у внешних планет-гигантов. По-видимому, пространство вокруг этих газовых гигантов заполнено каменными телами (Земля и Вселенная, 2002, № 2). У Юпитера открыты спутники километрового размера (к марту 2004 г. стало известно о 63 спутниках Юпитера). Предполагается, что их количество может достигнуть нескольких сотен. Были обнаружены также новые внешние спутники размером от 4 до 30 км у Сатурна и Урана (теперь у Сатурна известен 31 спутник и 27 – у Урана). После их открытия начался пла-

номерный поиск далеких спутников Нептуна.

НОВЫЕ СПУТНИКИ НЕПТУНА

На 4-м телескопе Бланко обсерватории Серро Тололо (Чили) и 3.6-м телескопе (Гавайи) проводили исследования участка неба площадью около 8 квадратных градусов вокруг Нептуна, при этом почти целиком охватывалась область устойчивых движений спутников планеты. Долгое время поиск не имел успеха, так как можно было выявить лишь спутники ярче 24^m.

Наконец в январе 2003 г. появилось сообщение об открытии трех внешних спутников Нептуна, S/2002 N1, N2, N3, на CCD (ПЗС)-изображениях, полученных в августе 2002 г. на телескопе Бланко. Их обнаружили астрономы-наблюдатели: М. Холман (Гарвардско-Смитсоновский Центр астрофизики), Дж. Каве-

лаарс (Национальный исследовательский центр Канады), Т. Грэв (Университет Осло), У. Фрэнгер и Д. Милисавлевич (Макмастер Университет). Спутники действительно оказались более слабыми, чем предполагалось ранее (25–26^m). Чтобы подтвердить существование этих спутников по предварительным орбитальным положениям, вычисленным Б. Марсденом и Р. Якобсоном, их наблюдали на 8.2-м телескопе Европейской Южной обсерватории (ESA), на 2.6-м оптическом телескопе Нордик (Nordic Optical Telescope – северный оптический телескоп, Ла Палма) и с помощью 5-м телескопа Хейла (Hale Telescope) на Паломарской обсерватории.

Еще один спутник Нептуна, S/2002 N4 ($V = 24.6 \pm 25.2^m$), наблюдали в августе 2002 г. на Бланко-рефлекторе и в сентябре на 8.2-м телескопе (Серро

Паранал) команды во главе с М. Холманом и Б. Глэдманом, а позже Т. Грзвом (телескоп Нордик).

Следующий спутник, **S/2003 N1**, открыли в 2003 г. с помощью японского 8.2-м телескопа Субару на Мауна Кеа астрономы *С. Шепард, Д. Джуитт и Дж. Клейна*. После вычисления орбиты небесного тела оказалось, что ранее его наблюдали М. Холман, Дж. Кавеларс, Т. Грзв и У. Фрззер на 4-м Бланко-рефлекторе в 2001 г., затем в 2002 г. Обстоятельства открытия этого спутника величиной 26^m появились в циркуляре Международного Астрономического Союза — IAU 8193. Вычисление орбит пяти новых спутников на основе полученных наблюдений проводили Б. Марсден (Центр малых планет) и Р. Якобсон (Лаборатория реактивного движения NASA).

До 1989 г. были известны только два спутника Нептуна — **Тритон** и **Нереида**. Тритон открыт Ласселом в 1846 г., через несколько недель после открытия Нептуна. Нереиду обнаружил Дж. Койпер в 1949 г. Внутренние спутники системы Нептуна — **Наяда, Таласса, Деспина, Галатей, Ларисса и Протей**, находящиеся ближе к планете, чем Тритон, замечены при пролете АМС «Вояджер-2» в 1989 г. Тогда же были сфотографированы экваториальные кольца Нептуна.

Орбита Тритона является исключением в Солнечной системе. Этот единственный из крупных и близ-

ких к планете спутников движется в противоположную сторону по отношению к ее вращению (то есть имеет обратное движение). Наклон его орбиты составляет $156^{\circ}83'$ к плоскости экватора Нептуна. Приливное взаимодействие между Нептуном и Тритоном отбирает энергию у Тритона, заставляя его приближаться к планете. В отдаленном будущем он либо разрушится, либо упадет на поверхность Нептуна.

Второй спутник Нептуна — Нереида — также уникален. У него самая вытянутая орбита в Солнечной системе. Ее эксцентриситет — 0.75, то есть в перигентре он приближается к своей планете на 1.3 млн. км, а в апоцентре удаляется от нее на 9.6 млн. км.

Все внутренние спутники Нептуна движутся по почти круговым орбитам в плоскости экватора планеты, причем орбиты четырех самых близких к ней лежат внутри колец этого небесного гиганта.

ПРЯМЫЕ И ОБРАТНЫЕ
ДВИЖЕНИЯ ВНЕШНИХ
СПУТНИКОВ

Вновь открытые спутники — внешние, они находятся гораздо дальше Нереиды, в 15–50 млн. км от планеты, тогда как большая полуось орбиты Нереиды — 5.5 млн. км. Два новых внешних спутника имеют прямые движения (в ту же сторону, что и вращение планеты). Прямое движение и у Нереиды. Остальные три спутника движутся в обратном

направлении. Их орбитальные периоды составляют от 5 до 26 лет, в то время как Нереида обращается вокруг Нептуна за 1 год.

Н.Н. Горькавый и Т.А. Тайдакова еще в 1995 г. предложили модель формирования спутниковых систем Юпитера, Сатурна и Нептуна. Они рассматривали эволюцию протоспутникового диска, обладающего прямым движением, при его столкновениях с проходящими планетезималями. Было показано, что области существования спутников с обратным движением формируются из протопланетного диска с прямым движением. При захвате планетезималей с гелиоцентрических орбит в протоспутниковом диске с прямым вращением происходит накопление частиц как с прямыми, так и обратными орбитами. В модели, построенной для Юпитера, области прямых и обратных движений совпадают с семействами известных спутников — **Гималии** (с прямым движением) и **Пасифе** (с обратными орбитами). Спутник Сатурна **Феба** с обратным движением точно попадает в область накопления обратных частиц.

Проверка модели, построенной для системы Нептуна, подтвердила, что и массивный спутник Тритон с обратным движением находится в обширной зоне накопления частиц с тем же направлением движения. Это может быть подтверждением аккреционной модели его образова-

ния. В результате моделирования было предсказано существование большой группы обратных спутников за орбитой Тритона на расстояниях свыше полумиллиона километров. Нереида – возможно, самый крупный из немногочисленной группы спутников с прямым движением. Предполагается, что семейство спутников с обратным движением более значительно.

ГДЕ ИСКАТЬ СПУТНИКИ НЕПТУНА

Как известно, область существования спутников определяется радиусом сферы действия планеты R , который зависит от расстояния до центрального тела r и от массы планеты m :

$$R = r \sqrt[5]{m^2},$$

где r и m – среднее гелиоцентрическое расстояние и масса планеты в (M). По сравнению с Юпитером остальные планеты-гиганты имеют значительно меньшие массы, но благодаря значительным расстояниям от Солнца радиусы их сфер действия, особенно у Нептуна, больше, чем у Юпитера. Так, радиус сферы действия Юпитера $R_J = 0.32$ а.е. (48 млн. км), а у Нептуна он гораздо больше: $R_N = 0.58$ а.е. (86.8 млн. км). У Юпитера в настоящее время обнаружены спутники с апоцентром почти 40 млн. км, что составляет 0.8 радиуса сферы действия Юпитера. Самый дальний спутник Нептуна находится от него на среднем расстоянии 47 млн. км. При большом эксцентриситете (0.6) это означает, что в апоцентре он удаляется от

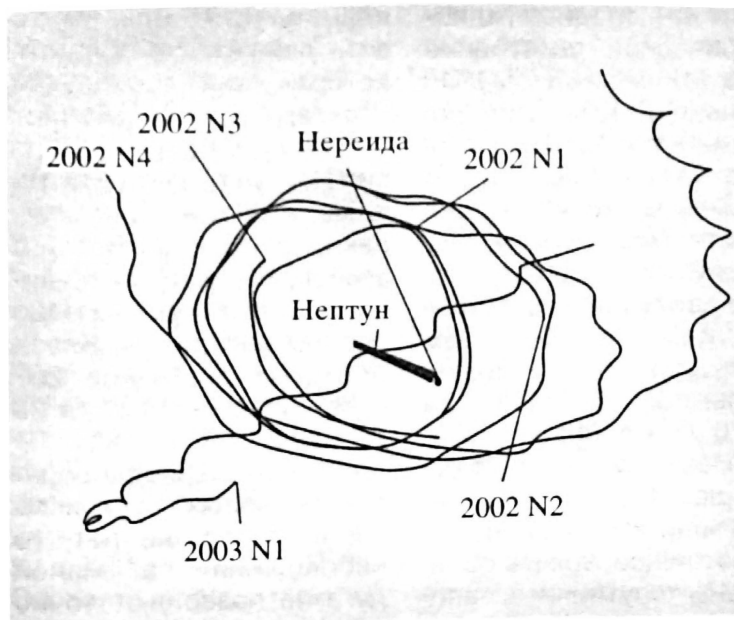
планеты на 75 млн. км, то есть движется в области, которая, как и в случае Юпитера, составляет 0.8 радиуса сферы действия Нептуна. Если у Нептуна есть неоткрытые спутники, то их надо искать в этой же области, но, по-видимому, они будут гораздо слабее известных. Блеск открытых спутников 25^m и 26^m , их диаметры – от 38 до 60 км.

Так как периоды обращения новых спутников порядка десятка лет, то наблюдения на малой дуге не позволяют точно определить их орбиты. Даже наблюдения спутника S/2003 N1 на дуге свыше 2 лет (2 года движения) не дали достаточной точности. Система элементов, определенная Б. Марсденом, сильно отличается от системы элементов Р. Якобсона. Дальнейшие

Таблица

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СПУТНИКОВ НЕПТУНА

Латинское название или обозначение	Русское название	Номер	Большая полуось, 10^3 км	Эксцентриситет	Наклон к эллиптике, град	Период, сут	Средний радиус, км	Видимая величина V
Naiad	Наяда	III	48.2	0.0003	4.738	0.294	29	24.6
Thalassa	Таласса	IV	50.1	0.0002	0.205	0.311	40	23.9
Despina	Деспина	V	52.5	0.0001	0.065	0.335	74	22.5
Galatea	Галатей	VI	62.0	0.0001	0.054	0.429	79	22.4
Larissa	Ларисса	VII	73.5	0.0014	0.201	0.555	96	22.0
Proteus	Протей	VIII	117.6	0.0004	0.039	1.122	208	20.3
Triton	Тритон	I	354.8	0.0000	156.83	5.877	1352.6	13.47
Nereid	Нереида	II	5513.4	0.7512	7.23	360.14	170	19.7
S/2002 N1			15686	0.260	111.76	1874.3	30	24.5
S/2002 N2			22337	0.137	52.74	2924.4	19	25.5
S/2002 N3			22613	0.416	39.56	2978.8	19	25.5
S/2002 N4			46738	0.605	139.31	9005.6	19	25.5
S/2003 N1			49281	0.268	124.23	9622.1	30	24.6



Видимое движение внешних спутников Нептуна – Нереиды, S/2002 N1–N4 и S/2003 N1 – на интервале порядка 10 лет (2003–13 гг.). Размер поля соответствует $4000'' \times 4000''$ (примерно 85 млн. км $\times$ 85 млн. км).

наблюдения позволят уточнить орбиты новых спутников.

В отделе небесной механики Государственного астрономического института им. П.К. Штернберга создана эфемеридная служба естественных спутников планет (<http://infm1.sai.msu.ru/neb/nss/index.html>). Она включает систему программ для вычисления эфемерид всех спутников планет. Реализованы наиболее точные в мире теории движения спутников, адекватные всем имеющимся наблюдениям этих небесных тел со времени их открытия до наших дней. Базу данных проведенных когда-либо наблюдений естественных спутников планет любой исследователь может найти по тому же адресу.

Для вычисления эфемерид новых далеких спутников Нептуна использовались системы элементов

орбит, полученные Б. Марсденом (MPEC – электронный циркуляр малых планет 2003-R18, R19, S105 и S107). По программе, составленной Н.В. Емельяновым, были вычислены эфемериды внешних спутников Нептуна на 2003–13 гг. Вследствие больших периодов обращения новых спутников вокруг Нептуна на видимую траекторию накладывается годовое движение Земли. Плоскость орбиты Нереиды совпадает с лучом зрения, поэтому ее орбита имеет вид прямой.

ЭВОЛЮЦИЯ ОРБИТ

Эволюция орбит далеких спутников Нептуна исследована на больших интервалах времени. Для внешних спутников основным возмущающим фактором в движении является притяжение Солнца. Влияние сжатия планеты

не превышает 10^{-5} величины возмущений от Солнца. Общая картина эволюции орбит внешних спутников была получена М.А. Вашковьяком с помощью двукратно осредненной задачи Хилла, учитывающей основные (вековые) возмущения от Солнца. В ней возмущающая функция осредняется по всем быстрым переменным – средним аномалиям M' спутника и возмущающего тела. Такая задача интегрируема, и полученные интегралы позволяют провести полное качественное исследование поведения орбит спутников. Основные результаты:

- большие полуоси, эксцентриситеты и наклоны орбит всех внешних спутников имеют долгопериодические колебания;

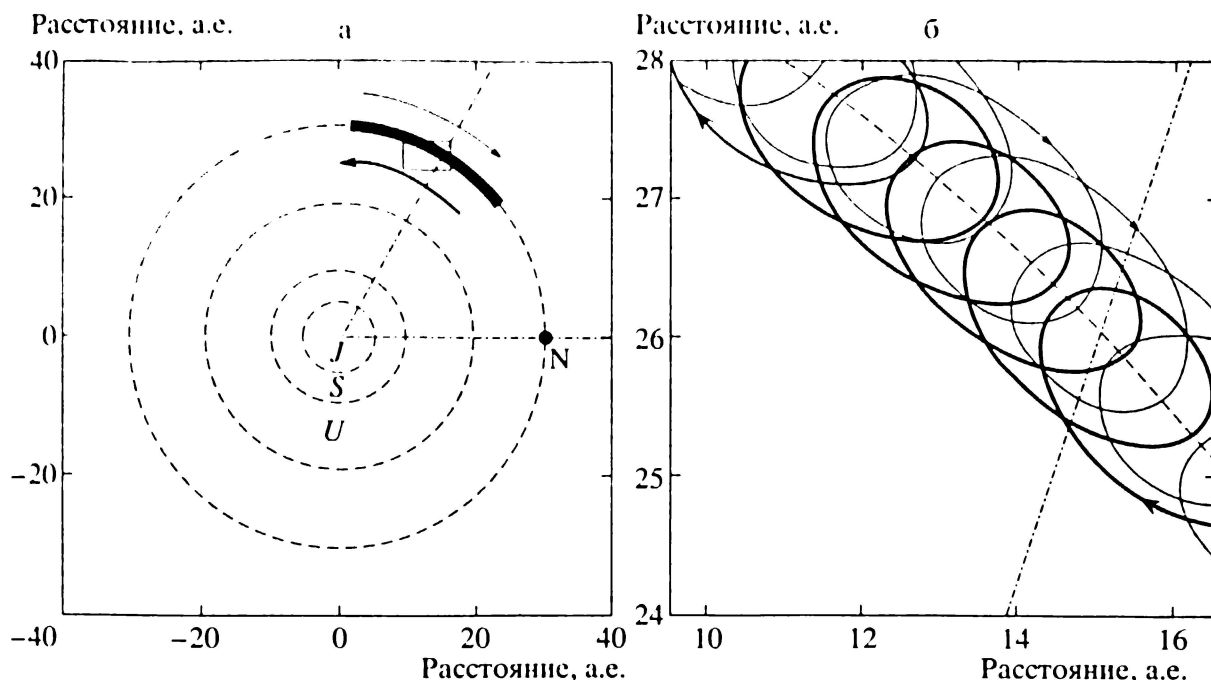
- амплитуды колебаний эксцентриситета спутника S/2002 N2 самые большие (0.6);

- периодические изменения наклона также значительны – порядка 20° ;

- долгота восходящего узла и аргумент перицентра изменяются монотонно;

- периоды эволюционных изменений этих угловых переменных составляют 2–5 тыс. лет.

¹ Средняя аномалия характеризует положение небесного тела на орбите.



Движение троянца Нептуна 2001 QR322: а) орбиты внешних планет Солнечной системы (Юпитера J, Сатурна S, Урана U и Нептуна N) и положение троянца (широкий сплошной участок орбиты Нептуна) при его движении вокруг Солнца; б) движение троянца по спирали вокруг точки Лагранжа L4. Жирная сплошная линия – движение астероида при его удалении от Нептуна, тонкая сплошная линия – траектория его сближения с планетой. Рисунок взят в Интернете.

Учет периодических возмущений от Солнца дает более точные количественные характеристики изменения элементов, качественно не меняя картины, полученной в осредненной задаче. Для сравнения М.А. Вашковьяк провел численное интегрирование точных уравнений движения с учетом возмущений от сжатия Нептуна, притяжения Солнца, Тритона и планет-гигантов. Оно показало, что основные особенности эволю-

ции орбит удовлетворительно описываются решением двукратно осредненной задачи Хилла.

ПЕРВЫЙ ТРОЯНЕЦ НЕПТУНА

Более века известно о существовании двух популяций малых тел на орбите Юпитера (троянцев), движущихся впереди или позади гиганта в резонансе 1:1 с ним (Земля и Вселенная, 2003, № 5). Они находятся в точках Лагранжа ограниченной задачи трех тел, образующих правильный равносторонний треугольник с вершинами Солнце – Юпитер – троянец. Семейство троянцев Юпитера к концу 2003 г. насчитывало 1630 объектов, причем группа ведущих троянцев (движущихся впереди планеты) примерно в полтора раза больше группы ведомых. Большие планеты – Сатурн, Уран и Нептун – также должны иметь троян-

подобные тела в соответствующих треугольных точках Лагранжа.

В 2001 г. астрономы с помощью 4-м телескопа Бланко обнаружили первое малое тело на орбите Нептуна в резонансе 1:1 с планетой. Так открыли первый троянец Нептуна – 2001 QR322, который обращается вокруг Солнца за 166 лет, как и Нептун, на почти круговой орбите с эксцентриситетом 0.023, большой полуосью 30 а.е. и наклоном орбиты к эклиптике 1.3° . Орбита астероида диаметром 230 км стабильна, и он может оставаться коорбитальным с Нептуном на интервале порядка миллиарда лет.

Его средняя эклиптическая долгота отличается от долготы Нептуна на 60° , так что этот астероид находится на равном расстоянии от Солнца и Нептуна. Он совершает сложное движение вокруг точки Лагранжа L4 по спира-

ли, то приближаясь к планете, то удаляясь от нее. Один виток спирали астероид завершает за время обращения Нептуна вокруг Солнца. Время пол-

ного завершения спиралевидного движения вокруг точки Лагранжа L4 порядка 10 000 лет.

Дальнейшие наблюдения на больших телескопах

с помощью более современной техники позволят нам уточнить состав, строение и эволюцию спутниковой системы Нептуна – самой далекой от Солнца.

Информация

Открыта десятая планета?

В последние годы обнаружено несколько объектов в транснептуновом поясе астероидов (пояс Койпера; Земля и Вселенная, 1997, № 4; 2002, № 2). Еще одно небесное тело – Седну (названо по имени персонажа эскимосской мифологии) – удалось наблюдать в ноябре 2003 г. группе американских ученых (М. Броун, Ч. Труйлино и Д. Рабиннович). Им, кстати, принадлежит и открытие в этом поясе в 2002 г. астероида Квавар (Quaoar, диаметр 1200 ± 200 км,

2.6^m, альbedo 0.12; Земля и Вселенная, 2003, № 1). 12 марта 2004 г. информационный центр NASA объявил о результатах изучения двух кандидатов пояса. Это объект 2004 DW (обнаружен в ноябре 2003 г.) и Седна (Sedna, объект 2003 VB12).

15 апреля 2004 г. Космический телескоп им. Хаббла сделал снимок Седны с расстояния 14.8 млрд. км. Уточнен ее диаметр – около 1700 км, уступающий размерам Плутона. Объект 2004 DW меньше нее (диаметр около 1500 км, 2.2^m, альbedo 0.04). Это самые крупные небесные тела после открытого в 1978 г. спутника Плутона Харон (Земля и Вселенная, 1979, № 2; 2002, № 2). Седна – самый далекий из известных сегодня объектов пояса Койпера. Она движется по вытянутой эллиптической орбите с

периодом обращения примерно 10^4 лет, в настоящее время находится вблизи перигелия – всего в два раза дальше от Солнца, чем Плутон. Перигелия Седна достигнет, вероятно, в 2076 г., поэтому ближайшие сто лет – лучшее время для ее наблюдений. Скорее всего, эти тела не будут считаться планетами. Напомним, что даже по поводу принадлежности Плутона к планетам в последнее время не утихают споры (Земля и Вселенная, 1999, № 5)...

Что же касается поисков трансплутоновой (“десятой”) планеты, то они начались довольно давно (Земля и Вселенная, 1973, №№ 2, 4; 1989, № 3; 1991, № 1).

Пресс-релиз NASA № 04-125,
14 апреля 2004 г.

Самая большая звезда в Галактике?

До 1841 г. звезда η Киля, находящаяся от нас на расстоянии 7500 св. лет, была ничем не примечательной. Она привлекла к себе пристальное внимание астрономов после вспышки 1843 г.

Но лишь в наше время появилась возможность исследовать этот объект (см. 4-ю стр. обложки), используя четыре 8.2-м телескопа (VLT ESO) и 1.8-м телескопы, работающие в режиме интерферометра.

Оказалось, что η Киля – рекордсмен по светимости в Галактике. Ее светимость превосходит солнечную в 5 млн. раз, а масса в 100 раз больше массы

Солнца. Ежегодно эта звезда теряет массу, близкую к 500 массам Земли.

η Киля погружена, словно в кокон, в газовую оболочку, по форме напоминающую мяч для игры в регби. Вблизи звезды находится две порожденные ею туманности грибовидной формы (Homunculus Nebula). Каждая из них в 100 раз больше Солнечной системы. Если бы η Киля располагалась на месте Солнца, то внутри нее оказалась орбита Юпитера (ее размер 11 а.е., или 1 млрд. 650 млн. км). Звезда η Киля обладает не только гигантской светимостью и массой, но и размерами!

Обнаружено, что звезда выбрасывает в направлении оси вращения примерно в 1.5 раза

больше вещества, чем в плоскости своего экватора. Это соответствует вычислениям и связано с тем, что полярные области данной сильно сжатой звезды наиболее горячие (они ближе к ядру).

Теряя так много вещества, η Киля может полностью исчерпать себя за 10^5 лет, но более вероятно, что через 10 или 20 тыс. лет она станет сверхновой. А до этого она, возможно, станет одной из самых ярких звезд нашего неба, уступая лишь Сириусу.

Пресс-релиз ESO № 31/03,
26 ноября 2003 г.
Сокращенный перевод
Э.В. Вейцмана

“Кассини” фотографирует Сатурн

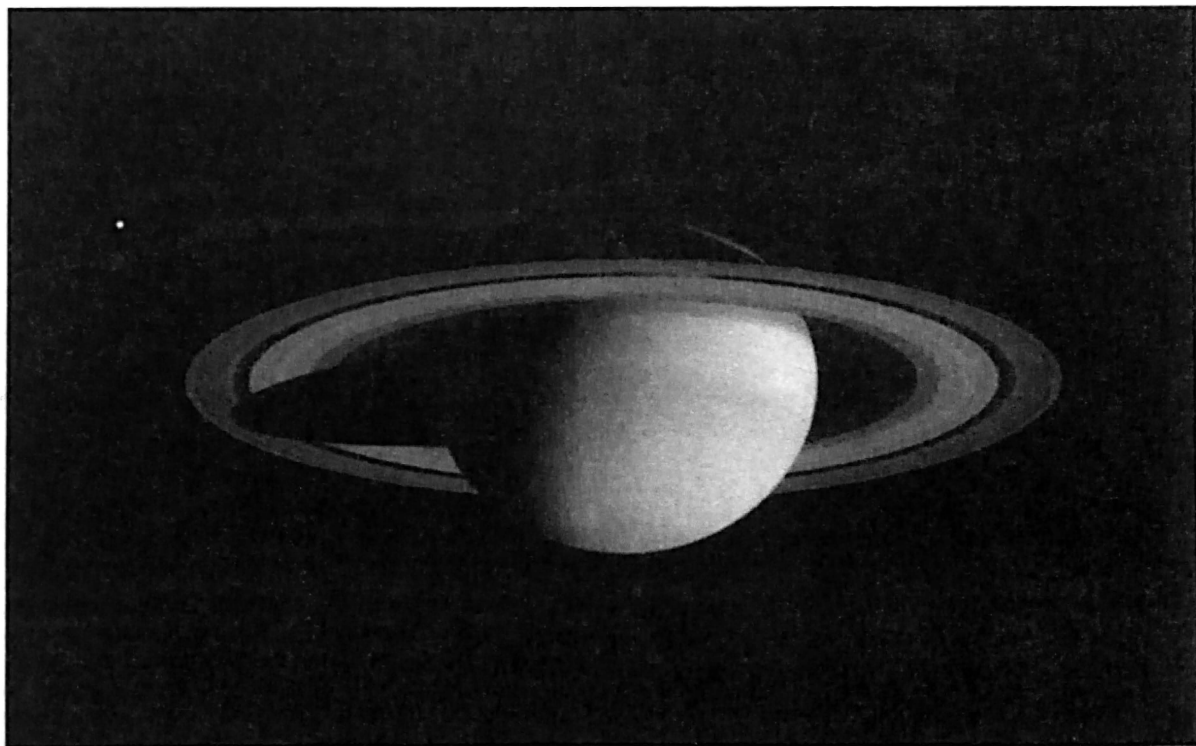
Американо-европейский межпланетный зонд “Кассини – Гюйгенс” (запущен 15 октября 1997 г.; Земля и Вселенная, 1998, № 3; 2004, №№ 1, 3) приближается к Сатурну. На 1 июля 2004 г. намечен его выход на орбиту вокруг этой планеты. 9 февраля 2004 г. с помощью одной из двух фотокамер сделана серия снимков Сатурна с расстояния 69,4 млн. км от планеты. На снимках внешнее кольцо А выглядит более прозрачным, чем среднее кольцо В, но почему-то не видно теней на кольцах. В 1980–81 гг. при

пролете около Сатурна АМС “Вояджер-1 и -2” сделали снимки, где заметны полосы на большом кольце В. Их появление объяснили наличием мелкой пыли неизвестного происхождения.

С апреля 2004 г. “Кассини” передает фотографии раз в неделю. По мере сближения с Сатурном разрешение снимков улучшается, они обогащаются деталями колец и слоев его атмосферы. Например, 8 апреля “Кассини” зафиксировал в экваториальной области Сатурна столкновение двух гигантских

атмосферных циклонов диаметром около 1 тыс. км со скоростью 450 м/с. В конце мая 2004 г. “Кассини” начал съемку спутника Сатурна Титан, в июне планируется облет самого удаленного из его малых спутников – Фебы – на расстоянии 2 тыс. км.

Искусственному спутнику Сатурна “Кассини” предстоит находиться на орбите четыре года. Если работа пойдет успешно, то его миссия будет продлена, как это произошло с АМС “Галилео”, исследовавшей Юпитер и его спутники



Снимок Сатурна, сделанный АМС “Кассини – Гюйгенс” (NASA – ESA), – комбинация нескольких фотографий с использованием различных светофильтров. Размер самой мелкой детали – около 540 км. Слева вверху – один из малых спутников Сатурна. 9 февраля 2004 г. Фото JPL/NASA.

в 1995-2003 гг. (Земля и Вселенная, 2001, № 5; 2003, № 1; 2004, №№ 1, 2).

В январе 2005 г. намечен сброс с "Кассини" спускаемого

аппарата "Гюйгенс" (ESA) на самый большой спутник Сатурна Титан. Он спустится на парашюте на поверхность этого крупного спутника, окру-

женного плотной азотной атмосферой.

По материалам JPL и NASA

КТХ "добрался" до границ Вселенной

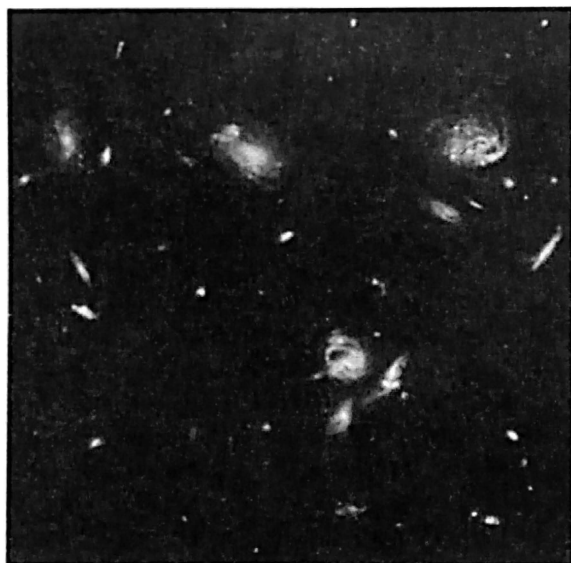
9 марта 2004 г. NASA опубликовало сенсационные фотографии, сделанные Космическим телескопом им. Хаббла (КТХ), запечатлившие самые удаленные из доступных наблюдению небесные объекты (2-я стр. обложки). Снимки выполнены в рамках программы HUDF (Hubble Ultra Deep Field – области наиболее глубокого обзора КТХ), благодаря которой мы теперь можем увидеть самые старые галактики. Они сформировались в конце "темной эпохи", когда Вселенная была в 20 раз моложе, чем сейчас. Изображения получены с помощью инфракрасной каме-

ры и многоцелевого спектрометра NICMOS (Near Infrared Camera and Multi-Object Spectrometer, работает в диапазоне 0.8–2.5 мкм), а также новой улучшенной камеры для исследований ACS (Advanced Camera for Surveys). Они установлены на КТХ четвертой экспедицией посещения в марте 2002 г. (КК "Колумбия", STS-109; Земля и Вселенная, 2002, № 4).

Институт науки КТХ (STSI, Балтимор, США) в сотрудничестве с европейским органом по координации работ с КТХ (ST-ECF) и Канадским центром астрономических данных (CADS) опубликовал умень-

шенные изображения участков неба, каталоги небесных объектов и вспомогательные данные. В каталоги вошли координаты наиболее слабых объектов, включая первичные обзоры небесной сферы. Таков результат беспрецедентных детальных наблюдений одного и того же участка неба, проводившихся с 24 сентября 2003 г. по 16 января 2004 г.

Приведем комментарий директора STSI Стивена Беквита: "Красивый, интригующий вид, богатый своей населенностью и происходящими там процессами, предстал перед нами. Мы увидели наиболее удаленные



На фрагменте снимка созвездия Печь (2-я стр. обложки вверху) зафиксировано столкновение галактик. Их формы искажены сильным взаимодействием. Считается, что справа вверху видна древнейшая галактика, уже существовавшая примерно 13 млрд. лет назад. Фото КТХ.



Фрагмент снимка КТХ (2-я стр. обложки внизу), на котором запечатлены 10 тыс. галактик, удаленных от нас на несколько миллиардов световых лет. Возможно, что многие из них давно не существуют. В центре расположено компактное и массивное скопление галактик, находящееся на расстоянии 2 млрд. св. лет, способное вызывать эффект линзирования при наблюдении самых удаленных галактик и квазаров. Фото КТХ.

от нас объекты, настолько слабые, что никто их не мог увидеть прежде. Цель длительного наблюдения состояла в более глубоком проникновении к краям Вселенной, чем съемка, проведенная KTX в 1996 г. по программе HDF (Hubble Deep Field – области глубокого обзора). В этот раз телескоп на протяжении 400 оборотов выпол-

нял съемку в десятки раз более чувствительными приборами, чем прежде. Выбор данного участка Вселенной для наблюдений не случаен. Мы хотели найти область, свободную от близких к нам объектов, ярких звезд, рентгеновских и радиоисточников, чтобы ясно понять: что же находится на периферии мира? Кроме того, эта

область должна быть видна с Северного и Южного полушарий, а также в микроволновые телескопы Южной Америки. Таким условиям отвечали лишь несколько мест. Первые результаты обзора поражают, однако мы еще не достигли пределов возможностей KTX".

По материалам NASA и STSI

Старт АМС "Розетта"

2 марта 2004 г. в 7 ч 17 мин по Гринвичу с космодрома Куру (Космический центр ESA во Французской Гвиане) стартовала ракета-носитель "Ariane-5" ("Ариан-5") с АМС "Розетта" ("Rosetta", ESA). Верхняя ступень с полезным грузом вышла на переходную орбиту высотой 200×4000 км, в 9 ч 14 мин включился двигатель третьей ступени РН, и через 18 мин станция со скоростью относительно Земли 3,4 км/с перешла на гелиоцентрическую орбиту. Связь с аппаратом и слежение за его полетом осуществляет Центр управления полетами ESA (ESOC) в Дармштадте (Германия).

Свое название АМС получила по имени поселения в Нижнем Египте, где в 1799 г., во время военной экспедиции Наполеона, нашли "Розеттский камень". Высеченный на трех языках текст позволил французскому ученому Ж.Ф. Шампольону расшифровать в 1822 г. древнеегипетскую письменность.

В ноябре 1993 г. международный проект Розетта был утвержден как основной в научной программе ESA "Горизонты-2000" (Horizons 2000; Земля и Вселенная, 1996, № 5; 2002, № 4). Научные программу и аппаратуру готовили ведущие европейские университеты и фирмы. Созданием АМС "Розетта" занимались представители более 50 фирм из 14

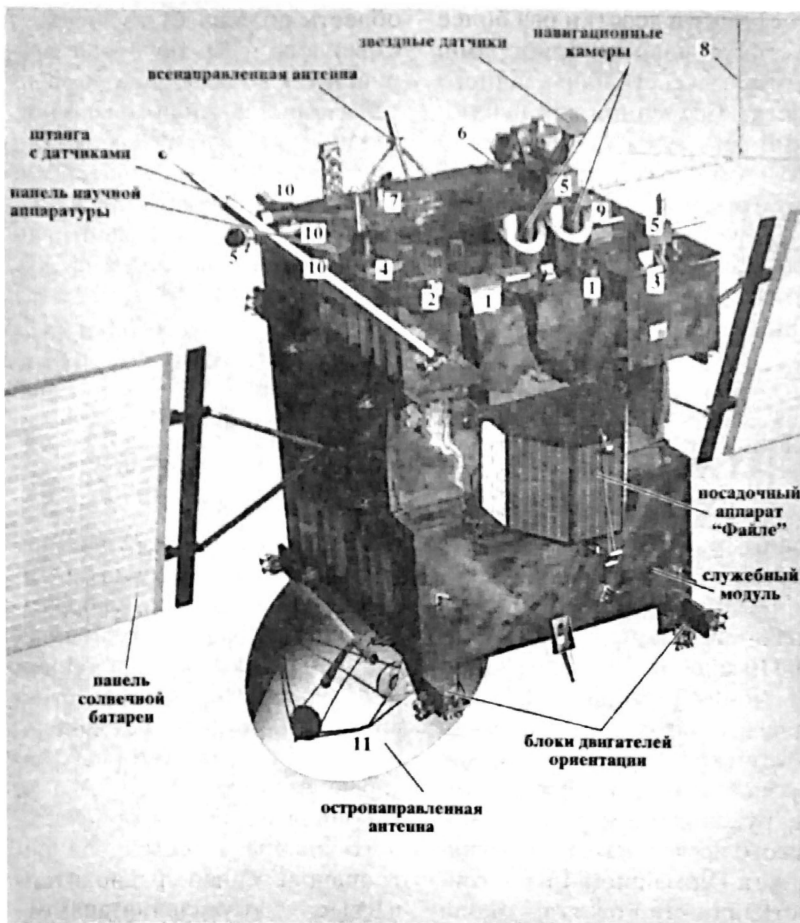
стран – участниц ESA и США во главе с Европейской аэрокосмической компанией (EADS), входящей в консорциум Astrium. Посадочный аппарат "Файле" ("Philae" – Филы, остров на Ниле в Египте, где обнаружен "Розеттский камень") создан Европейским консорциумом под руководством Аэрокосмического исследовательского института Германии (DLR). Стоимость проекта Розетта – около 1 млрд. евро (включая научные приборы).

Запуск АМС был намечен еще на январь 2003 г., но отложен из-за аварийного старта РН "Ариан-5" в декабре 2002 г. (Земля и Вселенная, 2003, № 5). В феврале 2004 г. старт отложили второй раз – из-за технических неполадок носителя. Поэтому первоначальную цель программы – комету 46P/Виртанена – заменили на комету 67P/Чурюмова – Герасименко.

Орбитальный аппарат (размеры $2,8 \times 2,1 \times 2,0$ м и масса 3065 кг, в том числе 1670 кг топлива) содержит два отсека – научную платформу и служебный модуль. Основные конструктивные элементы станции – вертикальная труба тяги внутри корпуса, опирающаяся на адаптер верхней ступени носителя. Сверху служебного модуля установлена научная платформа, которая с 2014 г. будет постоянно ориентирована на комету. В служебном модуле

размещены основные рабочие системы. Система энергоснабжения состоит из двух поворачивающихся панелей солнечных батарей длиной по 14 м, общей площадью 64 м^2 и мощностью 850 Вт, а также четырех никель-кадмиевых аккумуляторных батарей емкостью по 10 А · ч. На одной из сторон орбитального аппарата размещена ортонаправленная радиоантенна высокого усиления диаметром 2,2 м. Двигательная установка содержит два бака с топливом по 1106 л, четыре бака наддува по 35 л и 24 микродвигателя тягой по 10 Н. Кроме основной для связи используются антенны среднего усиления диаметром 0,8 м и две малые все-направленные. Собранная информация передается со скоростью до 33 кбит/с.

Посадочный аппарат "Файле" (диаметр 1 м, высота 0,8 м и масса 100 кг) прикреплен к боковой стороне служебного модуля. На верхней панели смонтированы солнечные элементы мощностью 9,7 Вт. С помощью передатчика осуществляется связь с орбитальным аппаратом, который затем ретранслирует данные на Землю. Внутри "Файле" находится телескопическая труба с механизмами подъема и поворота, закрепленная в кардановом подвесе на шасси-треножке. При посадке на комету используются микродвигатели, прижимающие и удерживающие аппа-



АМС "Розетта": 1 – камера высокого разрешения и ИК-изображения OSIRIS, 2 – ультрафиолетовый спектрометр ALICE, 3 – видовой спектрометр оптического и ИК-диапазона VIRTIS, 4 – микроволновый радиометр-спектрометр MIRO, 5 – масс-спектрометр ионов и газов ROSINA, 6 – анализатор вторичных ионов и скорости пыли COSIMA, 7 – атомный микроскоп анализа пыли MIDAS, 8 – радиозонд для изучения структуры ядра CONSERT, 9 – детектор потоков пыли и ее распределения по массам GIADA, 10 – аппаратура для изучения плазменной обстановки и взаимодействия кометы с солнечным ветром RPC, 11 – радиоэксперимент RSI. Рисунок ESA.

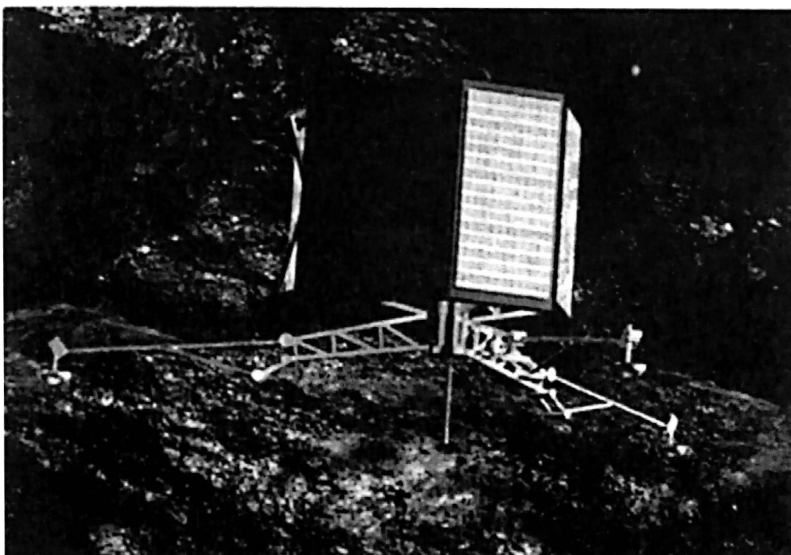
рат на поверхности. Средством фиксации служат также два гарпуна, выстреливаемые в ядро кометы.

На борту станции размещены 11 приборов массой 165 кг, разработанные странами – чле-

нами ESA, а также США, Грецией, Венгрией и Тайванем. Четыре прибора предназначены для наблюдения ядра кометы: ультрафиолетовый спектрометр ALICE, камеры высокого разрешения и инфракрас-

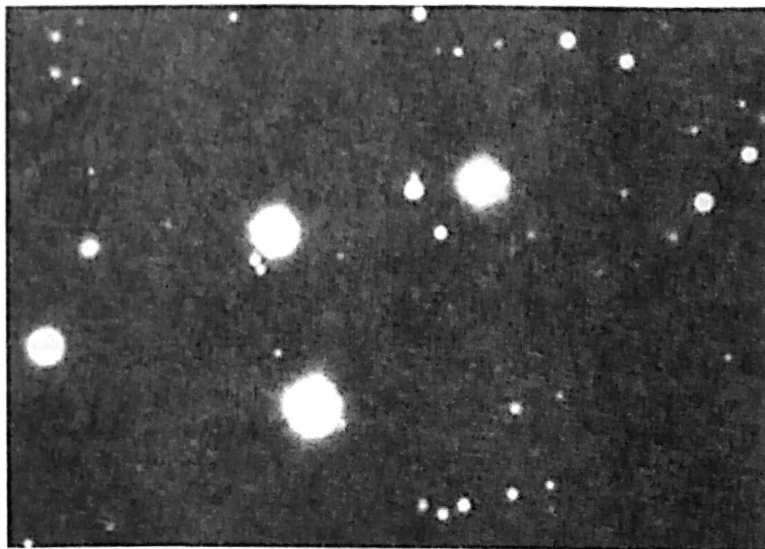
ного изображения OSIRIS, видовой спектрометр оптического и ИК-диапазона VIRTIS и микроволновый радиометр-спектрометр MIRO. Еще три прибора помогут изучить состав ядра, комы кометы и выбросов газов и частиц: детекторы масс-спектрометра ионов и газов ROSINA, анализатор вторичных ионов и скорости движения пыли COSIMA и атомный микроскоп анализа пыли MIDAS. Детектор потоков пыли и ее распределения по массам GIADA исследует частицы около ядра, в то время как аппаратура RPC (пять детекторов и монитор) – кому и ее взаимодействие с солнечным ветром. В ходе двух радиоэкспериментов (RSI и CONSERT) регистрируется распределение масс внутри ядра и в коме.

На посадочном аппарате "Файл" установлено 9 прибо-



Посадочный аппарат "Файл" на поверхности ядра кометы. На его корпусе солнечные элементы энергоснабжения, снизу – шасси-треножник и гарпун, удерживающие аппарат на комете во время исследования. Рисунок ESA.

Ядро кометы 67P/Чурюмова – Герасименко (в центре). Снимок сделан 26 февраля 2004 г. с помощью камеры SUSI-2 на 3.5-м телескопе Новой Технологии обсерватории Ла Силла (Чили), когда комета находилась на расстоянии более 450 млн. км от Солнца и около 600 млн. км от Земли. Фото ESO.



ров массой 29 кг: комплекс из 7 микрокамер для панорамной и стереоскопической съемки с высоким разрешением CIVA/ROLIS; альфа-рентгеновский спектрометр APXS, анализатор газа и органических молекул COSAC и детектор изотопов Ptolemy должны исследовать состав кометного вещества. Сейсмометр электрических и акустических волн SESAME проведет мониторинг поверхности до глубины 2 м, в то время как ее характеристики (удельный вес, механические и термические свойства) будут регистрировать датчики MUPUS, закрепленные на гарпуне. Магнитометр и плазменный монитор ROMAP и эксперимент по радиопросвечиванию ядра CONSERT изучат магнитное поле и его взаимодействие с солнечным ветром. Приборы созданы учеными Австрии, Англии, Финляндии, Франции, Ирландии и Италии в содружестве с США, Венгрией, Польшей и Россией.

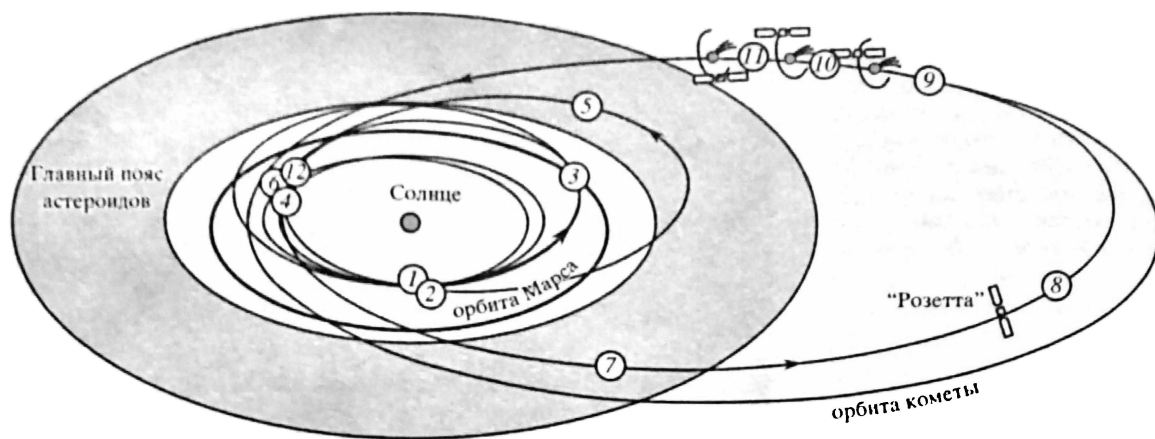
“Розетта” – вторая европейская межпланетная станция, успешно запущенная на орбиту вокруг Солнца для сближения с кометой. Первой была АМС “Джотто”, исследовавшая в 1986 г. комету Галлея и Григга-Скьеллерупа – в 1992 г. (Земля и Вселенная, 1986, № 4; 1992, № 6). В 2014 г. после трех пролетов около Земли и одного у Марса “Розетта” через 10 лет достигнет кометы 67P/Чурюмова – Герасименко, впервые выйдет на орбиту вокруг ядра кометы и опустит на его поверхность

посадочный аппарат (см. 1-ю стр. обложки). Более года станции предстоит всесторонне изучать комету.

Напомним, что короткопериодическая комета семейства Юпитера 67P/Чурюмова – Герасименко открыта в сентябре 1969 г. советскими астрономами К.И. Чурюмовым (Киевский университет, Украина) и С.И. Герасименко (Институт астрофизики в Душанбе, Таджикистан). Комета движется вокруг Солнца по эллиптической орбите (191.47 млн. км и 857.12 млн. км, наклонение 7.1°, эксцентриситет 0.633 и период обращения 6.55 года). Ее перигелий расположен между Землей и Марсом, а афелий – за орбитой Юпитера. При подготовке к полету “Розетты”, ядро кометы фотографировал Космический телескоп им. Хаббла и 3.5-м телескоп Европейской Южной Обсерватории (ESO). Оказалось, что оно неправильной формы и размером около 4 км. Относительно “новая” (с 1660 г. обращается во внутренней области Солнечной системы), комета 67P/Чурюмова – Герасименко представляет собой наибольший интерес для изучения материала протопланетной туманности.

Планируется сделать 5 маневров и несколько коррекций

траектории полета станции, чтобы обеспечить сближение “Розетты” с астероидами и кометой. АМС проведет исследования Марса 7 февраля 2007 г. во время пролета на расстоянии около 200 км от планеты и повысит афелий орбиты станции. Сближение с Землей 10 ноября 2007 г. позволит увеличить скорость и высоту орбиты аппарата для попадания в Главный пояс астероидов, где запланированы исследования малых тел. 23 ноября 2009 г. третий, заключительный, пролет вблизи Земли на расстоянии 2200 км выведет станцию в плоскость орбиты кометы. 12 июля 2011 г. на расстоянии 800 млн. км от Солнца “Розетта” выполнит последний маневр для перехода на траекторию перехвата кометы, к которой она приблизится в январе 2014 г. Аппарат сближится с кометой, летящей со скоростью 27.75 км/с, на расстояние менее 200 км от ее ядра, постепенно выравнивая скорость до 25 м/с. Во время дрейфа “Розетта” определит размеры, форму, скорость вращения и другие характеристики кометы. После разведки околоядерной обстановки станция снизит скорость до 2 м/с относительно кометы, выполнит эксперименты и картографирование ядра в течение 90 сут. В августе 2014 г. “Розет-



Траектория движения АМС "Розетта": 1 – старт 2 марта 2004 г., 2 – первый пролет у Земли (15 ноября 2005 г.), 3 – пролет около Марса 7 февраля 2007 г., 4 – второй пролет у Земли (10 ноября 2007 г.), 5 – сближение с астероидом Штейнс 5 сентября 2008 г., 6 – третий пролет у Земли (23 ноября 2009 г.), 7 – сближение с астероидом Лютеция 10 июля 2010 г., 8 – маневр для встречи с кометой 12 июля 2011 г., 9 – подлет к комете и ее сопровождение с мая 2014 г., 10 – выход на орбиту вокруг кометы в августе 2014 г., 11 – посадка аппарата "Файле" на поверхность ядра кометы в ноябре 2014 г. и ее исследование до августа 2015 г., 12 – четвертый пролет АМС от Земли (18 декабря 2015 г.) и завершение программы. Рисунок ESA.

та" выйдет на орбиту высотой 25 км вокруг ядра кометы. После детальных съемок высокого разрешения поверхности ядра выберут место посадки спускаемого аппарата "Файле". Его спуск произойдет в ноябре 2014 г. с высоты приблизительно 1 км, из-за ничтожной гравитации ядра он совершит посадку со скоростью 0.8–0.5 м/с. Во избежание подпрыгивания аппарата необходимо время от времени прижимать к ядру с помощью микродвигателей, а чтобы он не улетел с поверхности ядра, его закрепляют гарпуном. "Файле", по крайней мере, раз в неделю будет посылать информацию о результатах исследований и снимки с высоким разрешением на орбитальный аппарат, который передаст их на Землю. "Розетте" предстоит

изучать ядро кометы до декабря 2015 г., чтобы наблюдать ее "пробуждение", так как к октябрю 2015 г. она достигнет перигелия. 18 декабря 2015 г. "Розетта" пролетит на расстоянии 0.29 а.е. от Земли, и продолжавшееся более 4000 сут путешествие завершится.

В феврале 2004 г. группа ученых (руководитель профессор Дэвид Соутвуд) сообщила о выборе астероидов. Это Штейнс (Steins) и Лютеция (Lutetia), находящиеся в Главном поясе астероидов. Штейнс (№ 2867) диаметром около 9 км движется по орбите с параметрами: среднее расстояние от Солнца – 214 млн. км, период обращения – 2.19 года, наклонение к плоскости эклиптики – 2.93°, эксцентриситет – 0.144. "Розетта" 5 сентября 2008 г.

должна пролететь от Штейнса на расстоянии более 1700 км со скоростью 9 км/с. Лютеция (№ 21) – астероид диаметром 115 км – относится к типу С, элементы его орбиты: среднее расстояние от Солнца – 364 млн. км, период обращения – 3.8 года, наклонение к плоскости эклиптики – 3.15° и эксцентриситет – 0.215. "Розетта" 10 июля 2010 г. должна пролететь на расстоянии около 3000 км от него со скоростью 15 км/с и передать важную научную информацию.

По материалам
пресс-релиза ESA, 14 марта
2004 г., Astrium и EADS
Подготовил
С. А. ГЕРАСЮТИН

Памяти Иосифа Леонидовича Розенталя

27 февраля 2004 г. ушел из жизни доктор физико-математических наук **Иосиф Леонидович Розенталь** – выдающийся российский физик. Это большая потеря для всего научного мира.

Иосиф Леонидович отличался широтой научных интересов: космология, физика элементарных частиц, физика каскадных процессов, астрофизика. Под его руководством осуществлен ряд экспериментов. Он автор более 300 научных публикаций и 18 монографий (последняя находится в печати), многие из которых переведены на английский, японский, немецкий и польский языки. Книги И.Л. Розенталя “Астрофизика высоких энергий” и “Релятивистская кинетика и гидродинамика” в 1970–80-е гг. стали настольными для многих физиков и астрофизиков. Его монографиями “Кинематика ядерных реакций”, “Астрофизика высоких энергий” и “Ядерная физика высоких энергий” до сих пор активно пользуются студенты и аспиранты.

И.Л. Розенталь родился 30 января 1919 г. в Москве. По его словам, детство прошло в среде “средней полуинтеллигенции, живущей в коммуналках: в одной квартире располагались до 5 семей”. Мать была зубным врачом, отец – кустарем-одиночкой. Одаренность Иосифа Леонидовича проявилась еще в школе. Он стал всесторонне образованным человеком, в совершенстве владел литературным стилем. Когда в 1936 г. он поступил на физический факультет МГУ, его друзья удивлялись: “А почему не на



Иосиф Леонидович Розенталь (1919–2004).

филфак?” Он любил шахматы, и однажды (в 16 лет) выиграл партию у чемпиона мира Эмануила Ласкера в сеансе одновременной игры, тогда же играл и с Василием Смысловым. Иосиф Леонидович рассказывал, что хотел серьезно заняться шахматами, но оставил эту идею. И.Л. Розенталь окончил МГУ в 1941 г., сдав последний экзамен через три дня после начала войны.

В июле 1941 г. было организовано Московское народное ополчение, в которое добровольцами вступали студенты и преподаватели МГУ, в их числе и И.Л. Розенталь. Однако военкомат отозвал из ополчения группу физиков, окончивших университет, и отправил их в военные учебные заведения для подготовки по военным специальностям. И.Л. Розенталь становится сначала курсантом Артиллерийской академии, а затем Высшей военной школы обороны, где он обучался до июня 1942 г. Затем в должности командира батареи он воюет на Северном и Центральном фронтах до окончания войны. Награжден орденом Отечественной войны и многими боевыми медалями. В 1945 г. Иосифа Леонидовича отзывают из армии для работы по атомному проекту.

В этот период он начинает исследование в области физики высоких энергий, с которой связал всю свою долгую научную жизнь. Он работал в Физическом институте сначала как физик-экспериментатор в области физики космических лучей (в то время часть атомного проекта), но довольно быстро переключился на теоретическую физику высоких энергий. Иосиф Леонидович – основоположник каскадной теории электронно-фотонных и ядерно-каскадных ливней. Полученные им результаты теоретического анализа характеристик ядерно-каскадных ливней известны и до сих пор используются во многих научных лабораториях в нашей стране и за рубежом для анализа экспериментальных данных по широкому атмосферным ливням, вызываемым космическими лучами. Исследования И.Л. Розенталя позволили определить важные характеристики множественных ядерных процессов при высоких энергиях. Выполненные им расчеты показали возможность возникновения инициированных космическими лучами каскадов в фотонных полях межзвездной среды; рассмотрены физические процессы и сделана серия работ по исследованию каскадных процессов в Метагалактике. Иосиф Леонидович сохранял интерес к исследованию каскадов в различных средах до последних лет

жизни. В конце 1990-х гг. совместно с российскими и японскими коллегами он выполнил исследования каскадных процессов в сильном электромагнитном поле. Они нашли применение в изучении одного из самых интересных природных явлений – мощных всплесков космического гамма-излучения. И.Л. Розенталь проявил свой талант и в других областях ядерной физики высоких энергий: прикладное использование кинематических методов, гидродинамическая теория множественных процессов, анализ прохождения и рождения космических мюонов. В последние годы жизни Иосиф Леонидович увлеченно занимался фундаментальными проблемами физики и астрофизики – существованием множества вселенных, анализом физического пространства.

С конца 1950-х гг. И.Л. Розенталь преподавал в МИФИ, в 1960–69 гг. заведовал кафедрой Экспериментальной ядерной физики института. Иосиф Леонидович был научным руководителем многих студенческих и аспирантских работ, вел семинары и читал лекции студентам МИФИ вплоть до самой смерти. С 1970 г. Иосиф Леонидович – старший научный сотрудник в отделе перспективного планирования Института космических исследований РАН.

И.Л. Розенталь неоднократно выступал на страницах журнала “Земля и Вселенная” со статьями по проблемам строения и эволюции Метагалактики (Земля и Вселенная, 1989, № 1; 1991, № 6; 1992, № 1). В 1990-х гг. он публикует статьи в научных изданиях, относящиеся к фундаментальным проблемам физики и астрофизики: вакуума во Вселенной, Вселенная и элементарные частицы, синергетика Вселенной, а также затрагивающие историю и судьбы физики и физиков в нашей стране. Все его статьи отличали совершенство языка, глубочайшее знание истории и литературы, а также гражданская обеспокоенность судьбой науки и всего нашего общества.

Друзья, ученики и коллеги Иосифа Леонидовича Розенталя навсегда сохраняют его светлый образ в своей памяти.

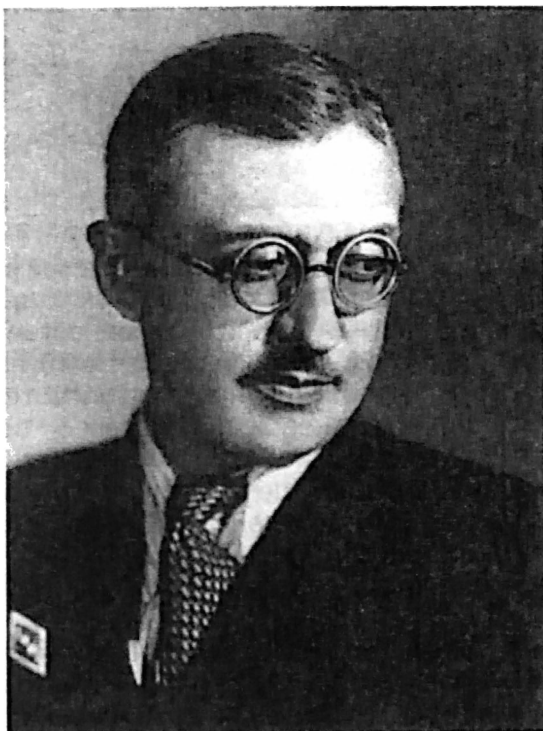
Борис Александрович Воронцов-Вельяминов

(к 100-летию со дня рождения)

Борис Александрович Воронцов-Вельяминов – один из самых известных в нашей стране и за рубежом астрофизиков, выдающийся педагог, воспитавший не одно поколение астрономов, историк и талантливейший популяризатор науки. Как исследователя его можно отнести к “натуралистам”, подобно Линнею и Бюффону, лично выполнявшим трудоемкую работу по сбору и классификации огромного числа фактов, чтобы делать на их основе широкие и глубокие обобщения и новые открытия.

“ЧЕРЕЗ ТЕРНИИ К ЗВЕЗДАМ...”

Борис Александрович Воронцов-Вельяминов родился 14 (1) февраля 1904 г. в Екатеринославе (ныне Днепропетровск, Украина) и принадлежал к старинному боярско-дворянскому роду. Отец служил инженером на железной дороге, мать получила гуманитарно-художественное образование, прекрасно играла на рояле. До 1920 г. семья жила в Екатеринославе, где ей пришлось после революции 1917 г. испытать многократную смену власти и времена безвластия. В 1920–21 гг. жизнь проходила “на колесах”: Борис учился в гимназии в Екатеринославе, затем в Севастополе, окончил среднюю школу в Омске, наконец, после очередного назначения отца, в 1921 г. оказался в Москве и в том же году, преодолев множество формальных препятствий (из-за дворянского происхождения), поступил на физико-матема-



Борис Александрович Воронцов-Вельяминов.
1949 г.

тический факультет МГУ. Деканом тогда был известный астрофизик В.В. Стратонов. Заочным руководителем будущего ученого еще до университета стал работавший в Пулковском видный астроном и популяризатор К.Д. Покровский, с которым Борис вел переписку. В Москве он познакомился с Э.Ю. Эпиком и легендарным народовольцем и ученым Н.А. Морозовым, с которым даже спорил по поводу



Б.А. Воронцов-Вельяминов в рабочем кабинете в ГАИШ. 1979 г.

его своеобразной теории, отрицавшей реальность всех наших исторических сведений о древней истории человечества...

Астрономией Борис увлекся в 13 лет и сразу же проявил немалое упорство. Это видно из дневника, который он вел в 1917–27 гг. и который впоследствии, спустя более 60 лет, дополнил ретроспективными комментариями, озаглавив его «Через тернии к звездам».

На первых страницах можно прочитать:

«Летом 1917 г. у меня беспричинно возникло желание изучать естествознание, но это влечение сразу ограничилось Астрономией... Никакого «толчка» к этому ни от кого я не получал. Наоборот! Отец мой... даже считал, что увлечение астрономией сделает меня бесплодным «мечтателем»...»

От дневника юного астронома трудно оторваться. Фанатическая увлеченность небом! Страницы дневника заполнены почти исключительно астрономической тематикой, все горести и радости связаны только с ней. Завершает этот юношеский дневник будущего знаменитого ученого запись об окончании университета:

«25 ноября 1925 г. ... ВЕЛИЧАЙШЕЕ СОБЫТИЕ В МОЕЙ ЖИЗНИ, ОКОНЧИЛ

МГУ ПО МОЕЙ ЛЮБИМОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ...

Он самостоятельно систематически проводил астрономические наблюдения, используя все – от театрального бинокля до самодельного телескопа-подзорной трубы. Отважился даже на переписку со знаменитым К. Фламмарьоном, от которого получил нужную ему литературу.

В Москве он включился в деятельность Московского общества любителей астрономии, при котором в 1922 г. организовал Коллектив наблюдателей (КОЛНАБ), до 1933 г. был его первым председателем. Он наладил выпуск «Бюллетеня КОЛНАБа», получившего международное признание. Ко времени окончания МГУ Б.А. Воронцов-Вельяминов уже год состоял в научном штате первого в России Государственного астрофизического института, с 1925 г. стал его аспирантом, с 1931 г. до выхода на пенсию в 1979 г. был сотрудником ГАИШ.

В апреле 1933 г. по ложному доносу Бориса Александровича арестовали

вместе с группой московских астрономов, и два месяца он провел в Бутырке. Молодых ученых обвинили в "антисоветских" настроениях, в частности в выступлениях против вмешательства партии в научную работу. Это в дальнейшем отразилось на карьере Б.А. Воронцова-Вельяминова, который так и не был избран в Академию наук СССР. С 1934 г. Борис Александрович Воронцов-Вельяминов – профессор, в 1935 г. он без защиты диссертации становится доктором физико-математических наук.

В начале Великой Отечественной войны Борис Александрович – доброволец ополчения, но вскоре его уволили по болезни. В сентябре 1941 г. он участвовал в экспедиции по наблюдению солнечного затмения в Алма-Ате. В годы эвакуации (1941–43 гг.) Б.А. Воронцов-Вельяминов возглавлял отдел Института физики и астрономии, организованного в Алма-Ате академиком В.Г. Фесенковым. С 1947 г. он – член-корреспондент Академии педагогических наук РСФСР, с 1974 г. – заслуженный деятель науки РСФСР. В ГАИШ он с 1950 г. по 1953 г. руководил Отделом звездной астрономии, а затем созданным по его инициативе Отделом новых звезд и газовых туманностей (ныне – физики эмиссионных звезд и галактик). К 80-летию Б.А. Воронцова-Вельяминова малая планета № 9216 названа в его честь *Voronveliia*.

СРЕДИ ЗВЕЗД И ГАЛАКТИК

Борис Александрович Воронцов-Вельяминов – один из пионеров отечественной астрофизики, а в некоторых областях – и мировой. В 1932 г. в личном письме к Борису Александровичу знаменитый физик Э. Резерфорд дал высокую оценку его первым работам по физике планетарных туманностей. Туманности стали одним из главных объектов его исследований. Изучая их, он сделал ряд важных открытий мирового уровня. Позднее он занялся и другими не менее экзотическими объектами – очень горячими голубыми звездами-гигантами (ОВ-звезды), новыми и сверхновыми звездами, а также звездами Вольфа–Райе. Результаты его пионерских работ – первая

классификация изучаемых объектов; каталоги горячих звезд, новых и сверхновых звезд, планетарных туманностей; изучение физических условий в новых звездах и туманностях; определения температуры звезд типа Вольфа–Райе и ядер планетарных туманностей. Предложенный Б.А. Воронцовым-Вельяминовым метод определения расстояний до планетарных туманностей применяется и в настоящее время. Он взялся за выяснение места этих объектов в сложной цепи эволюции звезд и, открыв их особое положение на диаграмме Герцшпрунга–Рессела, ввел для них термин *бело-голубая последовательность*. Итогом исследований в этой области стала его классическая монография о новых звездах и газовых туманностях (1948 г.).

Б.А. Воронцов-Вельяминов с сотрудниками составил и опубликовал пять томов широко известного в мире *Морфологического каталога галактик*, в который вошло около 35 тыс. объектов (северное и половина южного неба). В этой работе Борис Александрович успешно заменил телескоп... "микроскопом", исследуя высококачественные фотографии в знаменитом американском *Паломарском атласе неба*.

Особое внимание Борис Александрович Воронцов-Вельяминов уделил поиску и классификации *взаимодействующих галактик* (термин, введенный им для обозначения систем двух или более галактик со следами искажения их структуры). В конце XVIII в. великий Вильям Гершель открыл и описал первые два десятка таких систем, как кратные звездные системы с перемичками из газа и звезд (что в дальнейшем было забыто). Б.А. Воронцов-Вельяминов независимо открыл около 2 тыс. подобных систем. Новым этапом исследований галактик, прежде всего взаимодействующих, стали его личные наблюдения на вошедшем в строй в конце 70-х гг. XX в. отечественном, тогда крупнейшем в мире, 6-м телескопе-рефлекторе (Земля и Вселенная, 2004, № 2). Исследуя спектры взаимодействующих галактик, он обнаружил вращение и оценил массы около 50 таких звездных систем; открыл в большинстве из них



Б. А. Воронцов-Вельяминов с женой Валентиной Александровной на Куликовом поле. 1980 г.

обилие газа и доказал, что в них происходит активное звездообразование. В наши дни взаимодействующие галактики стали "полигоном" для исследования как процессов звездообразования в галактиках, так и самих галактик. Составленный Б.А. Воронцовым-Вельяминовым первый Каталог взаимодействующих галактик (опубликованный двумя частями, в 1959 г. и 1977 г.) был отмечен премией им. Ф.А. Бредихина АН СССР. Борис Александрович первым привлек внимание наблюдателей и к особым, "сейфертовским" галактикам. Первый в мире Атлас всех известных к тому времени (около сотни) сейфертовских галактик он опубликовал вместе с югославским астрономом Г. Иванишевичем в 1977 г.

Всемирную известность получила и стала классикой монография Б.А. Воронцова-Вельяминова "Внегалактическая астрономия" (русские издания 1972 г. и 1977 г., английский перевод – 1987 г.).

ПЕДАГОГ, ПОПУЛЯРИЗАТОР, ИСТОРИК, ПОЭТ

Совершенно особый вклад внес Б.А. Воронцов-Вельяминов в преподавание астрономии в школе и вузах. Первый школьный учебник по астрономии, напи-

санный им сначала в соавторстве с М.Е. Набоковым (пять изданий в 1935–1943 гг.), в дальнейшем, непрерывно обновляясь, стал знаменитым учебником Б.А. Воронцова-Вельяминова и выдержал около 40 изданий (с 1947 г. по 1987 г., последнее переиздание в 2001 г.). В Академии педагогических наук Борис Александрович возглавил работу большого авторского коллектива над "Методикой преподавания астрономии в средней школе" (два издания ее вышли в 1973 г. и 1985 г.).

Близка по задачам к педагогике научно-популяризаторская деятельность Б.А. Воронцова-Вельяминова. Он был талантливым, ярким, остроумным писателем. Его знаменитая "Вселенная" (1947 г.; в дальнейших переизданиях и переводах на многие языки, вплоть до китайского, – "Очерки о Вселенной") стала поистине "вратами учености", через которые многие будущие специалисты входили в астрономию.

Б.А. Воронцов-Вельяминов углубленно исследовал историю астрономии. Два издания выдержала его замечательная монография о Лапласе (1937 г. и 1985 г.); в первые послевоенные десятилетия он опубликовал написанные по архивным материалам "Очерки истории астрономии в России" (1956 г.) и "Очерки истории астрономии в СССР" (1960 г.).

Помимо истории науки он глубоко интересовался историей своего древнего рода, оставив о нем объемистую рукопись. В архиве Бориса Александровича сохранились также две тетради стихов, в основном на астрономические темы, которые он писал в течение всей жизни.

Почти 90 лет продолжалась жизнь Бориса Александровича Воронцова-Вельяминова, выдающегося астронома нашего времени. До последних лет она была заполнена творческой работой.

А. И. ЕРЕМЕЕВА,
кандидат физико-математических наук
ГАНШ

Всемирный форум климатологов в Москве

Одна из важнейших проблем человечества – изменение глобального климата, непосредственно сказывающееся на развитии жизни на Земле и цивилизации. В последние два десятилетия минувшего столетия к этой проблеме было обращено особое внимание мировой науки. Всемирная метеорологическая организация (ВМО) и Международный совет по науке в 1980 г. создали Всемирную программу исследования климата (ВПИК).

В 1990 г. Генеральная ассамблея ООН учредила Межправительственный комитет, принявший в мае 1992 г. Рамочную конвенцию об изменении климата (РКИК), которая декларировала: "Изменение климата Земли и его неблагоприятные последствия являются предметом общей озабоченности человечества". Указывалось, что эффект потепления поверхности и атмосферы Земли усиливается с ростом концентрации парниковых газов в атмосфере в результате человеческой деятельности.



Конвенцию подписали и ратифицировали более 185 государств, в том числе Российская Федерация. На 3-й конференции РКИК в декабре 1997 г. был принят Киотский протокол, обязывавший развитые страны сократить в 2008–2012 гг. выбросы парниковых газов не менее чем на 5%.

Принятию Рамочной конвенции ООН предшествовали две конференции под эгидой ВМО, создавшие основу для понимания происходящих климатических изменений. В целях дальнейшего развития взаимопонимания и научного обоснования мер по решению климатической проблемы ВМО постановило провести

Всемирную конференцию по изменению климата 29 сентября – 3 октября 2003 г. в Москве.

В работе Конференции участвовало более 2200 делегатов из 86 стран, заслушаны 51 пленарный и 144 секционных доклада, представлено 273 стендовых доклада. Впервые столь представительный форум по проблеме климата и его изменений состоялся в России. Многие ученые получили возможность встретиться с представителями бизнеса, неправительственных и международных организаций. На конференции всесторонне обсуждены важнейшие проблемы изменения климата во времени в зависимости от факторов разного масштаба: соотношение природных и антропогенных факторов, формирующих современный климат; пути уменьшения влияния антропогенных факторов на климатическую систему; воздействие изменений климата на экологию и человечество; меры по адаптации к происходящим изменениям климата.

Международный Оргкомитет конференции (из представителей 17 стран) возглавлял директор института Глобального климата и экологии Росгидромета и РАН академик **Ю.А. Изразль**. На открытии форума выступили президент Российской Федерации **В.В. Путин**, руководители ряда международных организаций и научных программ, министры по окружающей среде некоторых стран.

Наиболее общим вопросам посвящены доклады **Р. Пачаури** (Индия) "Климат и человечество", **Б. Болина** (Швеция) "Климат и наука...", **С. Макабе** (США) "Изменение водных запасов в масштабах столетия...", **Г.И. Марчука** (Россия) "Роль океана в формировании климата", **Ю.А. Изразля** (Россия) "Проблема опасного антропогенного воздействия на климатическую систему и возможности биосферы". Большая часть научного сообщества признает существенную роль в ускорении процесса потепления антропогенного фактора. Но некоторые климатологи утверждают, что еще не вполне ясно, насколько чувствительна климатическая система к воздействию на нее человечества, и нужны дополнительные исследования. По мнению же **Б. Болина**, "глобальное потепление практически необратимо", и при удвоении концентрации углекислого газа в XXI в. оно составит, по крайней мере, 2,5°C. В прошлом такие изменения происходили на протяжении значительно более

длительного времени, их ускорение может иметь разрушительный характер. **Ю.А. Изразль** полагает, что задача науки – определить "опасный предел воздействий" на климатическую систему, преодоление которого привело бы к ее разрушению: "Надо знать величину предельно допустимых нагрузок на среду и экологический резерв данной системы". Необходимы мониторинг глобального климата и изучение всех возможных сценариев климатических изменений путем математического моделирования.

Российские физики атмосферы **Г.В. Груза** и **Э.Я. Ранькова** предложили ввести понятие "экстремальности климата" и индексы его отклонения от нормы и изменения. В ряде докладов рассматривались возможности антропогенного изменения климата России в XXI в. (**В. Мелешко**, **Г. Голиупи**, **И.И. Мохов** и другие), чувствительность климатической системы к малым воздействиям (**В. Дымников** и другие). Европейская комиссия представила доклады о настоящем и будущем климата.

Современные направления Всемирной программы исследования климата представил директор программы **Д. Карсон**, возглавляющий группу ученых, работающих в Женеве. Цель – дать научно обоснованные количественные ответы на вопросы о климате, диапазоне его естественной изменчивости, разработать основы для предсказания

глобальных и региональных перемен.

Остаются еще неисследованными такие проблемы климата Земли, как перенос и накопление тепла в океане, формирование облаков и их воздействие на радиационные потоки, роль криосферы в климатических процессах. Усиленное внимание уделено Арктической климатической системе, играющей особую роль в формировании глобального климата. Подчеркнута важность исследования характера изменения климата в полярных областях.

Арктический климат изменяется быстрее, чем в среднем по земному шару. За последние 100 лет Арктика стала теплее на 1°C, что почти вдвое больше средней для Земли величины. **А.Н. Чилингаров** обратился к мировому научному сообществу с предложением провести в 2007–08 гг. Международный полярный год – через 125 лет после 1-го Международного полярного года (МПГ) и 50 лет после Международного геодезического (МГГ). Эта идея получила поддержку ВМО и Международного совета научных союзов.

Экологические, социальные и экономические последствия изменения климата обсуждены в докладах ученых из многих стран. Директор Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) **Х.-Х. Рогнер** (доклад "Ядерная энергия и изменение климата") утверждал, что производство атомной энергии практически не



влияет на возрастание концентрации парниковых газов, так что человечеству целесообразно ориентироваться в будущем именно на этот источник энергии. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) представила доклад "Изменение климата и здоровье человека", рассматривающий различные аспекты неблагоприятного воздействия глобальных климатических изменений на здоровье людей.

На заседаниях четырех секций заслушано около 150 докладов, в которых анализировались данные об изменении климата – как на глобальном уровне, так и по отдельным странам мира. Большой интерес вызвали доклады российских ученых: **Ю.Н. Авсюка** "Приливная эволюция системы Земля – Луна – Солнце и цикличность изменения климата", **А.М. Звягинцева**, **Г.М. Крученицкого** и **А.А. Черникова** "Долговременная эволюция глобального содержания озона в тропосфе-

ре", **А.Б. Полонского** "Роль океана в изменениях современного климата". В них обращается внимание на естественные, не связанные с деятельностью человека причины климатических изменений.

Т. Назава с соавторами (Япония) в докладе "Моделирование изменений климата в XX столетии при различных естественных и антропогенных воздействиях" рассматривает проблему всесторонне, учитывая как можно больше параметров. Созданный группой японских исследователей "Имитатор" Земли (векторно-параллельный компьютер, содержащий 640 узлов) позволяет разрабатывать климатические модели высокого разрешения.

На заседаниях рассмотрены различные причины непостоянства климата в прошлом и настоящем. Установлено, что на климат влияют ускорение или замедление скорости вращения Земли, квазипериодические процессы в сис-

Открытие Всемирной конференции. Выступает президент РФ В.В. Путин. В президиуме: первый справа – председатель оргкомитета академик Ю.А. Израэль, третий справа – генеральный секретарь Всемирной метеорологической организации Годвин Патрик Обаси. Фото А.А. Искры.

теме океан – атмосфера, колебание концентрации озона в тропосфере и CO_2 , усиление парникового эффекта углекислого газа и метана. На различных моделях климата основано прогнозирование экологических, социальных и экономических последствий климатических изменений. С помощью моделирования изучаются глобальные и региональные воздействия человека на природные экосистемы, флору, фауну и водные ресурсы. Уязвимость как природной среды, так и человека, их адаптация к изменению климата – темы многих докладов.

На конференции состоялся диалог ученых с представителями правительств, независимых общественных организаций, деловых и научных кругов. Особое место в этом диалоге занимало обсуждение целесообразности выполнения рекомендаций Киотского протокола по сокра-

щению выбросов в атмосферу парниковых газов. Некоторые ученые подвергают сомнению эффективность предложенных в Киото мер, настаивая на необходимости более глубокого исследования проблемы. Оживленная дискуссия развернулась и по вопросу о перспективах

направленных воздействий на происходящие изменения климата.

Материалы Всемирного форума климатологов в Москве будут изданы в двух томах – на русском и английском языках.

В. А. МАРКИН

Информация

Ледники Патагонии отступают

Область Патагония занимает приполярную часть крайнего юга южноамериканского континента. Совсем недалеко, за проливом Дрейка, – Антарктический полуостров. А на юге Чили и Аргентины расположены крупнейшие ледники умеренных широт Южного полушария, площадь которых на чилийской территории составляет 4.2 тыс. км², на аргентинской – около 13 тыс. км².

В 2003 г. сотрудник Лаборатории реактивного движения при Университете штата Калифорния в Пасадене (США) Э. Риньо и гляциологи А. Ривера из Чилийского университета в Сантьяго и Дж. Касасса из Центра научных исследований в

Вальдивии (Чили) определили величину сокращения оледенения Патагонии в последние десятилетия XX в. Они использовали данные полетов КК “Спейс Шаттл”, проводивших широкомасштабную радиолокационную топографическую съемку поверхности Земли в поясе между 60° с.ш. и 57° ю.ш. Глобальная навигационная спутниковая система (GPS) определяла местонахождение ледников с точностью по вертикали около 7 м и по горизонтали 90 м. Впервые положение 63 крупнейших ледников Патагонии установлено с такой высокой точностью.

Сравнение космических данных с прежней информацией говорит о том, что многие ледники и их притоки за последние десятилетия заметно отступили и сократили свои размеры. В северной части области 24 исследованных ледника общей площадью 3481 км² “похудели” в среднем на 2.63 км³, причем их фронтальная область теряла около 0.2 км³/год. В пересчете на всю область оледенения

(1300 км²) в год исчезало не менее 13.5 км³ льда.

В конце 90-х гг. произошло поистине катастрофическое отступление, у многих ледников его темпы за последние годы удвоились. Среди них – ледник Тиндаля, мощность которого в 1945–75 гг. уменьшалась со скоростью 1.9 м/год, а в период с 1985 г. по 2002 г. – 3.3 м/год. Причина отступления ледников – изменения климата. По долгосрочным метеорологическим данным, за истекшее столетие средние температуры к югу от 46° ю.ш. повысились на величину от 0.4°C до 1.4°C, причем потепление шло быстрее на крайнем юге региона.

За счет сокращения размеров ледников Патагонии уровень моря повышается не менее чем на 0.1 мм/год. И это составляет 9% всего повышения уровня Мирового океана, порождаемого горными ледниками Земли.

Science, 2003, 302, 434.

Микросимпозиум по сравнительной планетологии

Сравнительная планетология – наука, изучающая планеты нашей Солнечной системы, – лежит на стыке многих областей знаний. Комплекс ее методов исследований и получаемые результаты очень разнообразны. Планетология – симбиоз физики, химии, астрономии и геологии. Здесь только в редких случаях мы можем использовать прямые методы изучения, вследствие этого возникает много неопределенностей, которые становятся поводом для бурных дискуссий.

СОТРУДНИЧЕСТВО
УЧЕНЫХ РОССИИ И США

Изучению планет Солнечной системы посвящены конференции “*Vernadsky/Brown Microsymposium*” – (микросимпозиум Вернадский – Браун), которые совместно организуют Лаборатория сравнительной планетологии Института геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук –

ГЕОХИ РАН, Москва (Земля и Вселенная, 1999, № 6) и Группа планетных исследований геологического департамента Университета Брауна (США). Они традиционно проводятся дважды в год, в марте в Лунно-планетном институте (Хьюстон, США), и в октябре, в ГЕОХИ им. В.И. Вернадского (Москва). В конце октября 2003 г. прошла 38-я рабочая встреча, то есть в текущем году Микросимпозиум исполнится уже 20 лет. Следует отметить, что это единственная конференция по данной тематике, регулярно проводимая на территории России и бывшего Советского Союза. Предметом обсуждения становятся: морфология и геология поверхности планет и спутников; геологическое картирование поверхности планет; изучение геологической эволюции планет и спутников; экспериментальные исследования химической дифференциации материала планет под воздействием метеоритов и более крупных тел; инженерное моделирование рельефа и

механических свойств поверхности других планет.

МИКРОСИМПОЗИУМ В ГЕОХИ

Покажем на примере 38-го Микросимпозиума, как обычно проходят конференции по планетологии в России. На его открытии 27 октября 2003 г. с приветственным словом выступили основные организаторы – заведующий Лабораторией сравнительной планетологии ГЕОХИ РАН **Александр Тихонович Базилевский** и ведущий профессор группы планетных исследований геологического департамента Университета Брауна **Джим Хэд**. Первая сессия была посвящена изучению Марса как одной из приоритетных тем планетологии. Профессор Джим Хэд в своем докладе рассмотрел особенности водного режима на Марсе в поздненоакийский – раннегесперийский периоды эволюции (примерно 3–4 млрд. лет назад). Его выводы основаны на детальном фотогеологическом анализе участков поверхности Марса, рас-

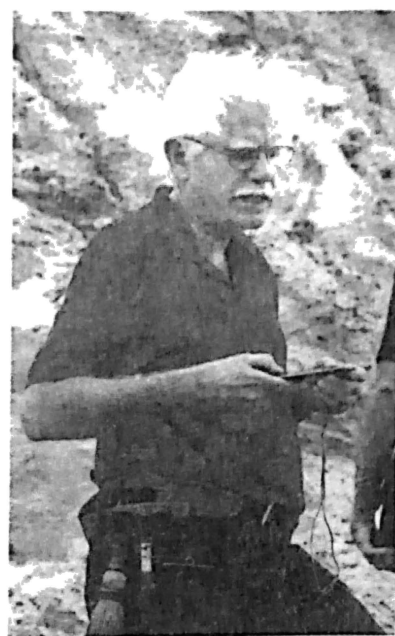


А.Т. Базилевский – заведующий Лабораторией сравнительной планетологии ГЕОХИ РАН. Фото автора.

четных моделей образования и эволюции грунтовых вод в верхних слоях планеты и их взаимоотношений с криолитосферой (областью вечной мерзлоты). Предложен комплексный подход к изучению проблемы, в первую очередь, морфоструктур на поверхности Марса, то есть специфических структур рельефа, образование которых могло быть связано с деятельностью текучей воды на Красной планете, существованием грунтовых вод или с геологическими процессами в области криолитозоны. В докладе рассмотрены не только частные аспекты гидрологического цикла Марса, но и модели взаимодействия водных поверхностных и внутренних резервуаров, их взаимодействия с атмосферой

Марса. Дж. Хэд показал четкую картину эволюции водного и водно-ледникового режимов, следы существования которых из-за слабой эрозии на Марсе прослеживаются и по прошествии миллиардов лет. Он также сравнил их с аналогичными режимами на Земле. В этой работе гидрологический цикл Марса представлен наиболее полно, результаты подкреплены прямыми наблюдениями и математическими моделями, так что доклад кроме научной имел и образовательную ценность.

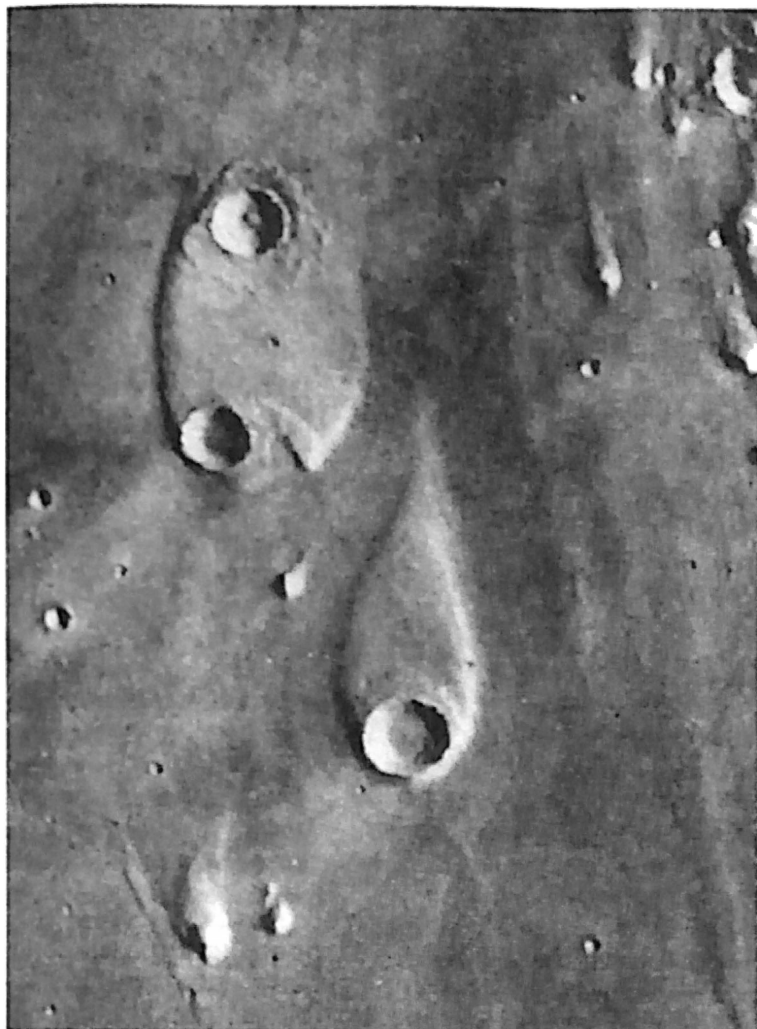
Дэвид Шин – студент профессора Хэда – в своем докладе обсуждал вопрос происхождения специфических образований вокруг одного из крупных вулканов, формирование которых, вероятно, обусловлено особым характером осадконакопления. По модели Д. Шина, эти структуры, возможно, представляют собой остатки донных и боковых морен, возникших при формировании и последующем отступании ледниковых покровов в результате их сублимации и таяния на этапах эволюции, когда на поверхности Марса могли долгое время существовать достаточно большие покровные ледники (Земля и Вселенная, 2002, № № 1, 4). Эту точку зрения подтверждают наблюдения и в других регионах Марса, где существуют морфологически схожие структуры. Д. Шин провел аналогию геологического строения возможных марсианских



Джим Хэд – ведущий профессор группы планетных исследований геологического департамента Университета Брауна (США). Фото автора.

морен и морен покровных ледников Антарктиды. Он показал, что их морфология практически идентична.

Большой интерес вызвали доклады, посвященные анализу новых данных, полученных АМС "Mars Odyssey" с помощью гамма-спектрального детектора HEND (High Energy Neutron Detector – детектор высокоэнергетических нейтронов), созданного в Институте космических исследований РАН. Докладчики, И.Г. Митрофанов, М.Л. Литвак и Р.О. Кузьмин, обсуждали различные аспекты распределения и физического состояния воды и водного льда в приповерхностном слое Марса, говорили о сезонных изменениях количества воды или льда на



Следы деятельности текучей воды на поверхности Марса в устье долины Арес. На снимке видны относительно древние кратеры (диаметр 8–10 км), находящиеся на "островах", которые обтекал водный поток. В русле – более молодые кратеры меньшего размера. АМС "Викинг". Фото NASA.

планете. Результаты исследований прибора HEND позволяют уверенно говорить о наличии воды в жидком либо твердом состоянии не только в полярных шапках Марса, но и в других областях вплоть до экватора.

Важные научные результаты обсуждались в докладах сотрудника Харьковской обсерватории М.А. Креславского и студента Университета Оулу Ярмо Кортиниеми (Финляндия). Тема первого – морфология ударных кратеров и концентрических структур на северных

равнинах Марса, второго – депрессии в котловинах ударных кратеров в районе древнего большого ударного бассейна Эллада. М.А. Креславский в своем докладе рассмотрел морфологию кратеров, которые не идентифицируются на основании лишь фотогеологических данных (то есть снимков), так как покрыты более молодыми отложениями, скрывающими их морфологию и сглаживающими их топографию. Описаны характерные признаки, по которым можно обнаружить такие кратеры. Важ-

но, что по этим морфологическим структурам измеряется абсолютный возраст поверхностей планетных тел (чем больше в какой-либо области ударных кратеров, тем древнее ее поверхность). Поскольку есть научные доказательства, что на северных равнинах Марса существовал огромный водный или грязево-водный резервуар, который даже называют океаном, то подобные исследования помогут уточнить его возраст.

Доклад Я. Кортиниеми посвящен изучению ударных кратеров на равнине Эллады, расположенной в южной части Марса, структура которой обусловлена огромным древним ударным бассейном. В работе рассмотрена геология внутренних частей относительно небольших ударных кратеров диаметром около 100 км и менее. Докладчик и его коллеги (Петри Костама и Йоуко Раитала) показали, что многие кратеры были геологически модифицированы, и основную роль в этом процессе играли ослабленные тектоническими событиями линейные зоны, окружающие кратеры. Существование подобных зон приводило к

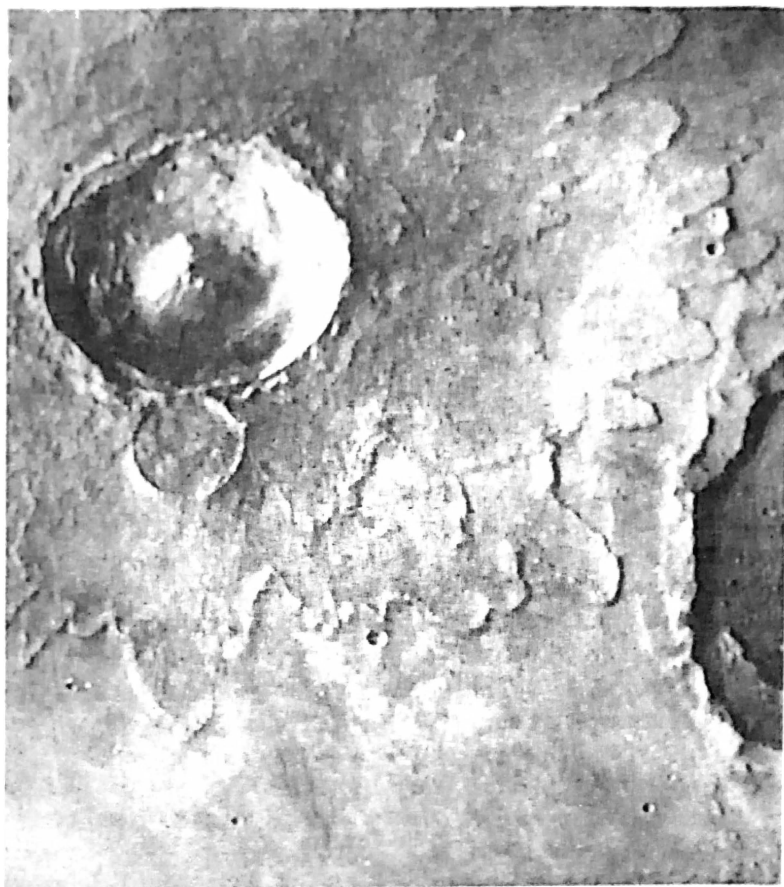
Ударный кратер "Юти" (диаметр 18 км). Лопастные выбросы этого кратера образовались при ударе о поверхность, богатую летучими компонентами, например льдом. Фото NASA.

образованию линейных депрессий в днищах этих кратеров. Представлены доказательства существования высокоподвижных компонентов (например, льда) в материале поверхности изученных областей.

Следующая сессия тоже была посвящена изучению Марса, а также некоторым вопросам эволюции Земли и внутреннего строения Каллисто. Наиболее впечатляющим был доклад *Августина Чекарро* о положении на межпланетной станции "Mars Express". Основное внимание уделено техническим возможностям и научному потенциалу орбитального и посадочного модулей. Докладчик сообщил, что орбитальная станция должна получить очень важные данные, благодаря установленной на ней камере высокого разрешения. Предполагается, что они покроют всю поверхность планеты и позволят наиболее полно составить представление о внутреннем строении Марса.

Первая стендовая сессия конференции посвящалась изучению Марса и Луны, после нее состоялся банкет с традиционной, так называемой неформальной слайд-сессией.

Второй день Микросимпозиума начался с мо-

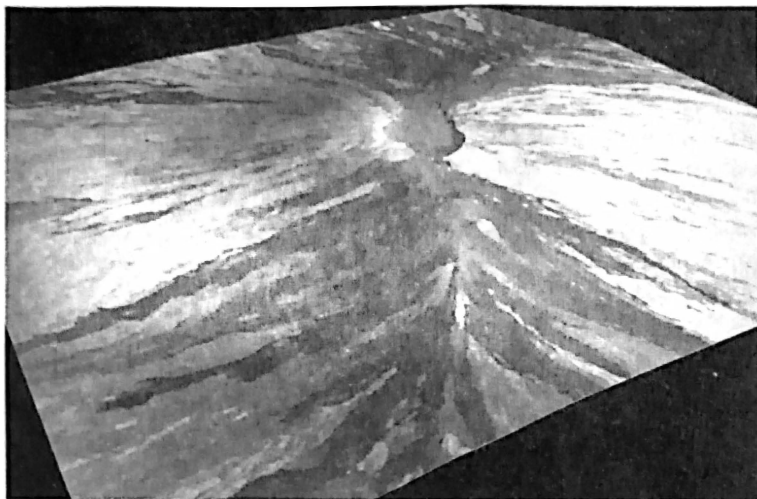


его доклада, сделанного совместно с Дж. Хэдом. В нем проводился сравнительный анализ земных и венерианских кальдер. Напомним, что кальдеры — это провалы, образующиеся в земных (классических для нас) условиях при частичном опустошении магматического очага под какой-либо вулканической постройкой. Венерианские кальдеры формировались в иных условиях, вероятно вследствие эволюции больших магматических диапиров (магматических тел намного больших размеров, чем на Земле).

Из других докладов можно выделить два. Финские коллеги рассмотрели механизм возникновения

венцов и нов (радиально-концентрические вулкано-тектонические образования на Венере), а студентка А.Т. Базилевской И.В. Сетяева дала характеристику выбросов из ударных кратеров, которые используются для определения их возраста.

Интересный доклад о планах NASA относительно будущего изучения Венеры сделали американские коллеги во главе с *Ларри Эспозито*. По новому проекту (у него еще нет названия) планируется создание посадочного модуля. Так как практически все посадки на поверхность Венеры совершены советскими станциями серии "Венера", то, возможно, часть техниче-



Трехмерная модель вулкана Мауна Лоа. В вершинной части расположена кальдера Макиавеевео (диаметр кальдеры ~ 5 × 3 км). Снимок, полученный КА "Landsat", наложен на трехмерную модель рельефа. Фото NASA.

ских решений, реализованных в советских станциях, используют в будущих полетах.

Часть конференции посвящалась ударным процессам на Венере. Наиболее интересным было сообщение *М.В. Герасимова* об испарительной химической дифференциации рас-

плавов, образовавшихся вследствие ударного события.

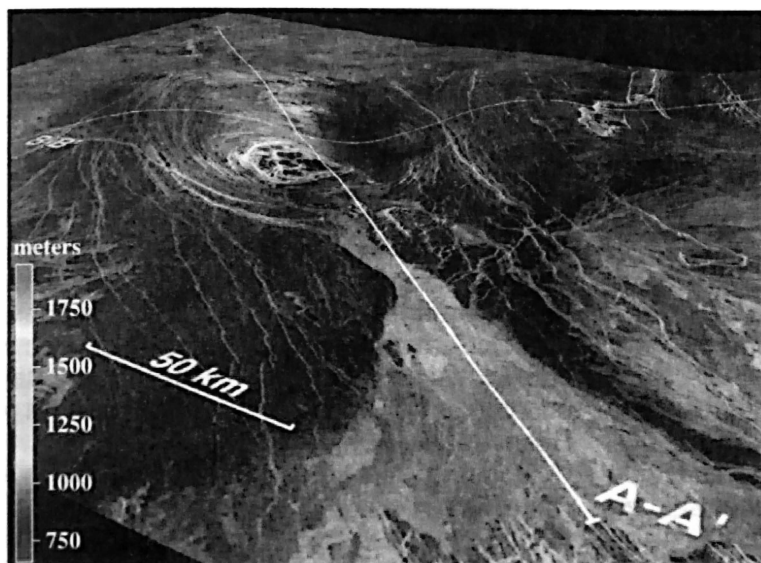
Далее на Микросимпозиуме обсуждались результаты изучения Луны и Меркурия. Наиболее заслуживающим внимания был доклад профессора Университета Брауна *Карли Питерс*. В нем рассматривалась проблема систематического глобального перемешивания и плавления вещества Луны в процессе ее эволюции. Карли Питерс – крупный специа-

лист по изучению геохимии Луны, и результаты ее исследований формирования материала "материковой" и "морской" частей спутника Земли открывают новые аспекты возникновения данного небесного тела. Интерес вызвал и доклад *Т.В. Шингаревой* о моделировании космического выветривания на поверхности Фобоса (с помощью облучения лазером одного из метеоритов).

Микросимпозиум прошел успешно и результативно, что характерно для всех подобных встреч. Можно порадоваться тому, что на конференции присутствовало много молодых участников. Это свидетельствует о наличии интереса к планетологии, даже несмотря на плохое финансирование исследований в данной области. На интернет-сайте микросимпозиума (<http://www.geokhi.ru/~planetology/Micro.html>) можно найти список всех докладов и программу конференции.

А.С. КРАСИЛЬНИКОВ,
кандидат геолого-
минералогических наук
ГЕОХИ РАН

Трехмерная модель кальдеры на Венере (вертикальный масштаб увеличен в 20 раз), составленная автором по материалам КА "Магеллан". Фото NASA.



Кругосветная эпопея

(К 200-ЛЕТИЮ ПЕРВОГО РУССКОГО ПЛАВАНИЯ ВОКРУГ СВЕТА)

М. Г. ДЕЕВ,
кандидат географических наук
МГУ им. М.В. Ломоносова

В 1803–06 гг. экспедиция Крузенштерна и Лисянского на шлюпах “Надежда” и “Нева” совершила первое кругосветное плавание под Андреевским флагом. Это замечательное событие стало знаковым явлением не только в истории Российского Императорского флота, но также оставило заметный след в истории России XIX в. и внесло коррективы в развитие мировой истории на северных побережьях Тихого океана. Успешный океанский во-
яж “Надежды” и “Невы” открыл блестящую полувековую эпопею русских кругосветных плаваний под парусами. Подвиги русских морских офицеров и матросов, замечательные географические открытия, совершенные в этих плаваниях, неразрывно связаны с деятельностью Российско-Американской торгово-промышленной компании – тем периодом отечественной истории, имя которому “Русская Америка”.

ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЕ ПРОЕКТЫ

Мысль о дальнем океанском плавании зародилась в России еще в первой половине XVIII в. В октябре 1732 г. при снаряжении 2-й Камчатской экспедиции генерал-инспектор флота Н.Ф. Головин

предлагал послать из Кронштадта на Камчатку два фрегата и одно транспортное судно. По мнению Головина, это должно было улучшить снабжение экспедиции Беринга, а значит упростить решение поставленных перед нею задач. Противников у этого проекта в те годы оказалось больше, чем сторонников, и плавание русских фрегатов на Дальний Восток пришлось отложить.

В 1741 г. русские пакетботы “Св. Петр” и “Св. Павел” под командой В.И. Беринга и А.И. Чирикова отправились в плавание от берегов Камчатки в северо-восточную часть Тихого океана и открыли берега Северо-Западной Америки, Алеутские и Командорские острова. Быстрое промысловое освоение русскими этих слабо заселенных туземными племенами невероятно богатых рыбой и пушным зверем земель привело к возникновению купеческих компаний. Они стали вкладывать свои капиталы в постройку мореходных судов, создавали промысловые артели и заселяли необжитые острова. Особенно плодотворной была деятельность Г.И. Шелихова, считавшегося по праву основателем Русской Америки (Земля и Вселенная, 1997, № 1).

Прошло полвека. Экономические и геополитические интересы Российской империи на северных побережьях Тихо-

го океана быстро расширялись. Сказочные богатства привлекали внимание англичан и американцев, которые вели контрабандную торговлю, скупали пушнину, спаивали, вооружали и восстанавливали против русских туземное население. Возникла необходимость охраны и защиты российских владений на Камчатке, Аляске и Алеутских островах.

В декабре 1786 г. императрица Екатерина II подписала указ об отправке кораблей из Кронштадта в Тихий океан *“по случаю покушения со стороны английских торговых промышленников на производство торгу и промыслов звериных на Восточном море, о сохранении права нашего на земли, российскими мореплавателями открытые”*. Начальником экспедиции был назначен капитан 1-го ранга **Г.И. Муловский**. Отряд из пяти кораблей уже готовился выйти в плавание, но в 1787 г. началась война с Турцией, а годом позже и со Швецией. Экспедицию отложили. В 1789 г., в морском сражении при острове Борнхольм, капитан Муловский был убит. Корабли, предназначенные для плавания на Камчатку, отправили в Средиземное море в целях усиления русской эскадры.

Между тем деятельность русских промышленников на северных побережьях Тихого океана достигла того уровня, когда мелкие купеческие компании стали объединяться, умножая общий капитал. Процесс интеграции завершился в 1799 г. созданием торгово-промышленной Российско-Американской компании (РАК). Доходы компании быстро росли, в 1801 г. ее главная контора переводится из Иркутска в Санкт-Петербург. Вскоре пайщиком компании стал молодой император Александр I, а по его примеру и другие влиятельные лица.

К этому времени русские поселения в Северо-Западной Америке и на Алеутских островах уже не могли существовать без поддержки метрополии и постоянно испытывали нужду в хлебе, соли, тканях, скобяных изделиях, оружии, боеприпасах и многом другом. В избытке имелись лишь продукты пушного и рыбного промысла да строевой лес. Ценная пушнина, добытая русскими промышленниками на Аляске, проделывала долгий

путь морем в Охотск, а далее во вьюках через сибирское бездорожье переправлялась в Иркутск, откуда ее доставляли в Кяхту – тогдашний торговый центр на границе России с Китаем. Доставка партии пушнины из Америки в Кяхту в некоторых случаях продолжалась более двух лет. Меха теряли за это время первоначальное качество, и китайские купцы, пользуясь своей монополией, существенно сбивали цену. Назрела необходимость радикального изменения сложившейся ситуации.

В РУССКУЮ АМЕРИКУ ОКЕАНСКИМ ПУТЕМ

Проект новой экспедиции, призванной помочь в снабжении владений компании всем необходимым, представил лейтенант **Иван Федорович Крузенштерн**. Несмотря на свои 29 лет, автор проекта был опытным офицером, отличившимся в морских сражениях со шведами, затем он почти шесть лет стажировался на кораблях британского флота – в то время лучшего в мире. Военно-морскую службу он начинал под начальством Г.И. Муловского и потому достаточно хорошо был знаком с предыдущими проектами русских морских экспедиций на Камчатку. Кроме того, Крузенштерн некоторое время жил в Кантоне, крупном центре международной торговли в Юго-Восточной Азии, где наблюдал, как английские купеческие суда ведут контрабандную торговлю мехами, добытыми в русских владениях Северо-Западной Америки.

Идея Крузенштерна заключалась в следующем. Корабль с припасами для Российско-Американской компании выходит из Кронштадта, следует в южную часть Атлантического океана, к берегам Бразилии, огибает мыс Горн и, выйдя в Тихий океан, направляется в русские владения на Аляске. Сдав груз и заполнив трюмы пушминой, корабль следует в Кантон, где меха продают, а выручка идет на покупку колониальных товаров, пользующихся спросом в России и Европе. С новым грузом он пересекает Индийский океан, огибает мыс Доброй Надежды и возвращается в Кронштадт, совершив, таким образом, кругосветное плавание.



Проект Крузенштерна, поданный в 1799 г., в пору правления Павла I, был оставлен без внимания, но вскоре после восшествия на российский престол молодого императора Александра I, им заинтересовались. В результате всестороннего обсуждения решено послать одновременно два корабля, что увеличивало количество перевозимого груза и повышало безопасность плавания. Кроме разрешения экономических проблем Русской Америки, перед экспедицией ставилась и важная политическая задача – попытаться установить дипломатические отношения с Японией, близким

Иван Федорович Крузенштерн (1770–1846) – командир шлюпа “Надежда”, совершившего кругосветное плавание в 1803–06 гг., адмирал, почетный член Императорской академии наук.

соседом России на Дальнем Востоке. Для этой цели была сформирована миссия во главе с камергером Н.П. Резановым – одним из главных акционеров Российско-Американской компании.

В августе 1802 г. начальником первой русской кругосветной экспедиции был назначен И.Ф. Крузенштерн, уже капи-



Юрий Федорович Лисянский (1773–1837) – командир шлюпа "Нева", совершившего кругосветное плавание в 1803–06 гг., капитан 1-го ранга.

тан-лейтенант. По его рекомендации командиром второго корабля экспедиции стал капитан-лейтенант **Юрий Федорович Лисянский**. Крузенштерн и Лисянский вместе начинали военно-морскую карьеру и приняли боевое крещение в морских сражениях со шведами, в одной группе русских офицеров проходили стажировку в британском флоте.

Финансировалась экспедиция следующим образом: компания приобрела ко-

рабли, снаряжение и все припасы для плавания, а военно-морское ведомство предоставило экипажи судов, формируя их на добровольной основе. Руководство военно-морского ведомства настояло на покупке судов для первой экспедиции за границей. Два подходящих корабля, водоизмещением 450 и 370 тонн, были куплены в Англии, отремонтированы и приведены Лисянским в Кронштадт. Более крупный корабль получил имя "Надежда", его командиром стал начальник экспедиции Крузенштерн, второе судно, тоже английской постройки, названное "Нева", отдано под команду Лисянского. Желавших принять участие в экспедиции оказалось гораздо больше, чем тре-

бовалось, и начальник экспедиции, по его словам, *“имел немалое затруднение при отборе”*.

Кроме перечисленных задач экспедиции предписывалось вести попутные научные наблюдения по гидрометеорологии, географии, биологии и этнографии, а также выполнять гидрографические работы, для которых были специально приглашены астроном И.К. Горнер, натуралисты Г.И. Лангсдорф и В.Г. Тилезиус. Экспедиция была хорошо снабжена лучшими по тому времени приборами. В распоряжении офицеров и ученых имелись барометры, зрительные трубы, секстанты, термометры для измерения температуры воды, батометр. Особо нужно отметить наличие хронометров. Изобретенный в 70-х гг. XVIII в. корабельный хронометр был тогда очень дорогим и редким прибором на кораблях, но только с его помощью возможно точное определение географической долготы. Наличие хронометров позволило офицерам экспедиции исправить много ошибок своих предшественников и точно нанести на карты вновь открытые земли.

Трюмы обоих шлюпов загрузили товарами для Камчатки и Русской Америки на огромную по тому времени сумму – свыше 600 тысяч рублей. Здесь были мука и сахар, ткани, пушечные ядра и корабельные якоря, ружья, пистолеты и пушки, парусина и канаты, порох и свинец, табак и бочки с вином, медная посуда, топоры, пилы, косы – всего не перечислить.

ПЕРВОЕ РУССКОЕ ПЛАВАНИЕ ВОКРУГ СВЕТА

7 августа 1803 г. – знаменательная дата в истории русского флота. В этот день “Надежда” и “Нева”, покинув Кронштадтский рейд, отправились в первое кругосветное плавание. Хотя экспедиция носила в основном частный характер, присутствие на борту русской дипломатической миссии придало ей ранг государственного предприятия, в связи с чем император Александр I разрешил кораблям нести русский военно-морской флаг. От родных берегов корабли совместно следовали по маршруту: Копен-

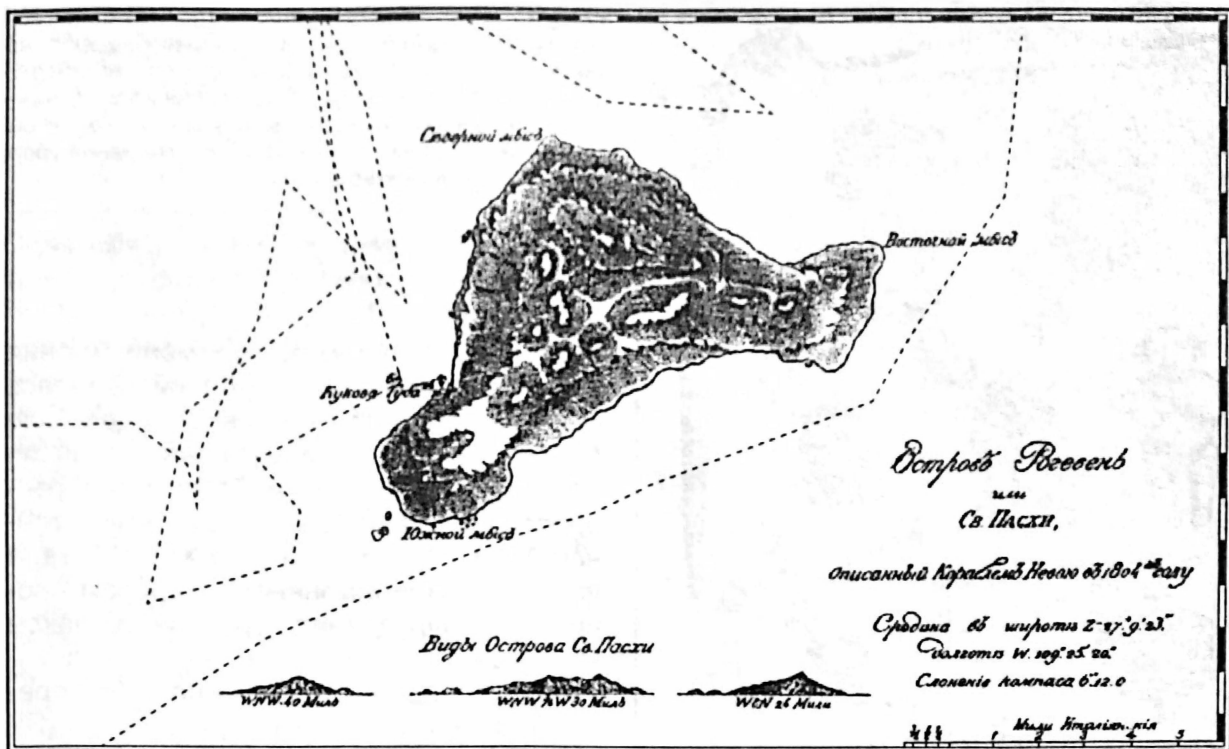
гаген, Ла-Манш, Фалмут (юго-запад Англии), Канарские острова.

26 ноября 1803 г. русские корабли впервые пересекли экватор. Прежде только командирам обоих шлюпов приходилось плавать в водах Южного полушария – во время стажировки на судах британского флота. В честь этого важного события был произведен артиллерийский салют из всех орудий, а после парадного построения для экипажей устроен праздничный обед. С тех пор всякий раз при пересечении экватора совершается особый ритуал – “праздник Нептуна”, и эта традиция прочно вошла в историю отечественного флота.

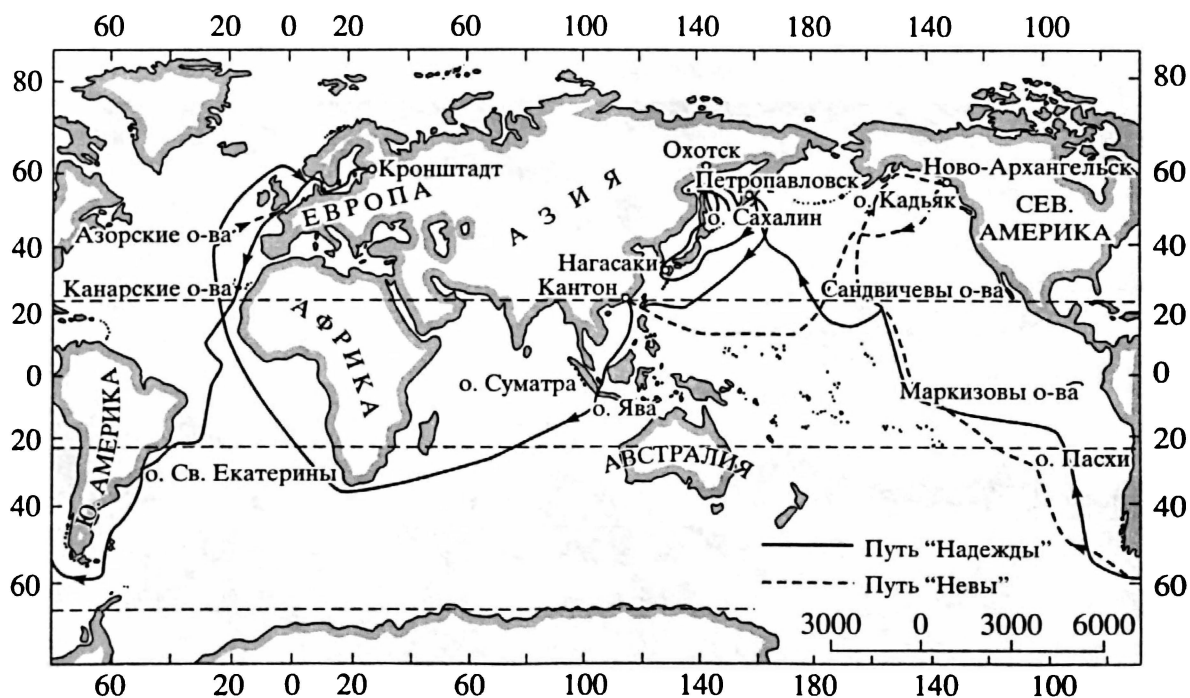
Далее курс шлюпов был проложен к острову Санта-Катарина (у берегов Бразилии), где сделана остановка, чтобы дать отдых экипажам и произвести необходимый ремонт перед ответственным этапом: кораблям предстояло обогнуть известный свирепыми штормами мыс Горн. Плавание проливом Дрейка с востока на запад для парусных кораблей всегда представляло трудную задачу из-за преобладающих в этом районе устойчивых западных ветров. Чтобы обеспечить свободу парусного маневра, “Надежда” и “Нева” спустились на три градуса южнее параллели мыса Горн, после чего, меняя курс при переменах ветра, медленно продвигались на запад. 3 марта 1804 г. шлюпы пересекли меридиан мыса Горн, а всего на обход Огненной Земли затратили 24 дня.

В ночь на 25 марта во время туманной погоды корабли потеряли друг друга. Лисянский, следуя предварительной договоренности, направился к острову Пасхи, Крузенштерн повел свой корабль сразу к Маркизовым островам, где оба судна встретились 9 мая. Дальнейший путь до Гавайских островов шлюпы продолжили совместно, но дальше им предстояло выполнять разные задачи.

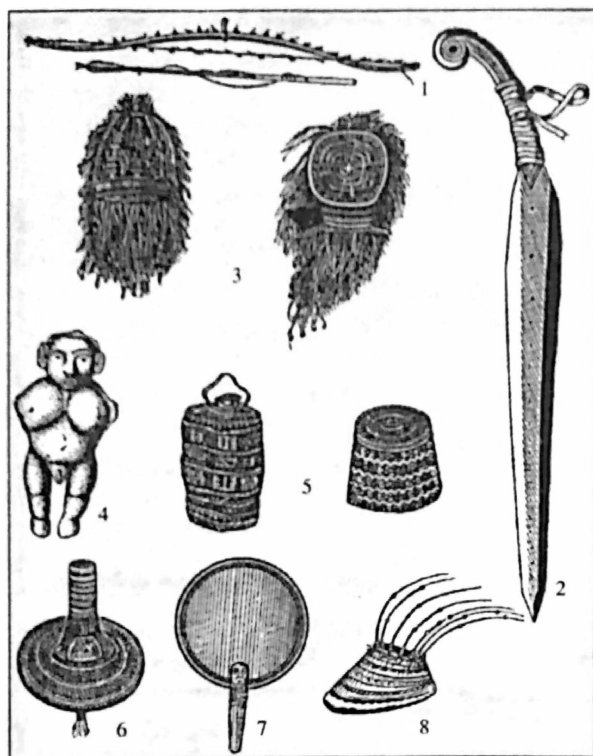
Крузенштерн пошел на “Надежде” в камчатский порт Петропавловск, где были выгружены припасы для снабжения русских поселений, после чего шлюп совершил переход в Нагасаки (Япония) и высадил там миссию Н.П. Резанова. Посольство провело более полугода на японской земле, но так и не добилось ус-



Карта острова Пасхи в Тихом океане, составленная Ю.Ф. Лисянским по материалам съемки, выполненной в апреле 1805 г. во время посещения острова шлюпом "Нева".



Маршрут первого русского кругосветного плавания экспедиции И.Ф. Крузенштерна и Ю.Ф. Лисянского в 1803–06 гг. на современной карте.

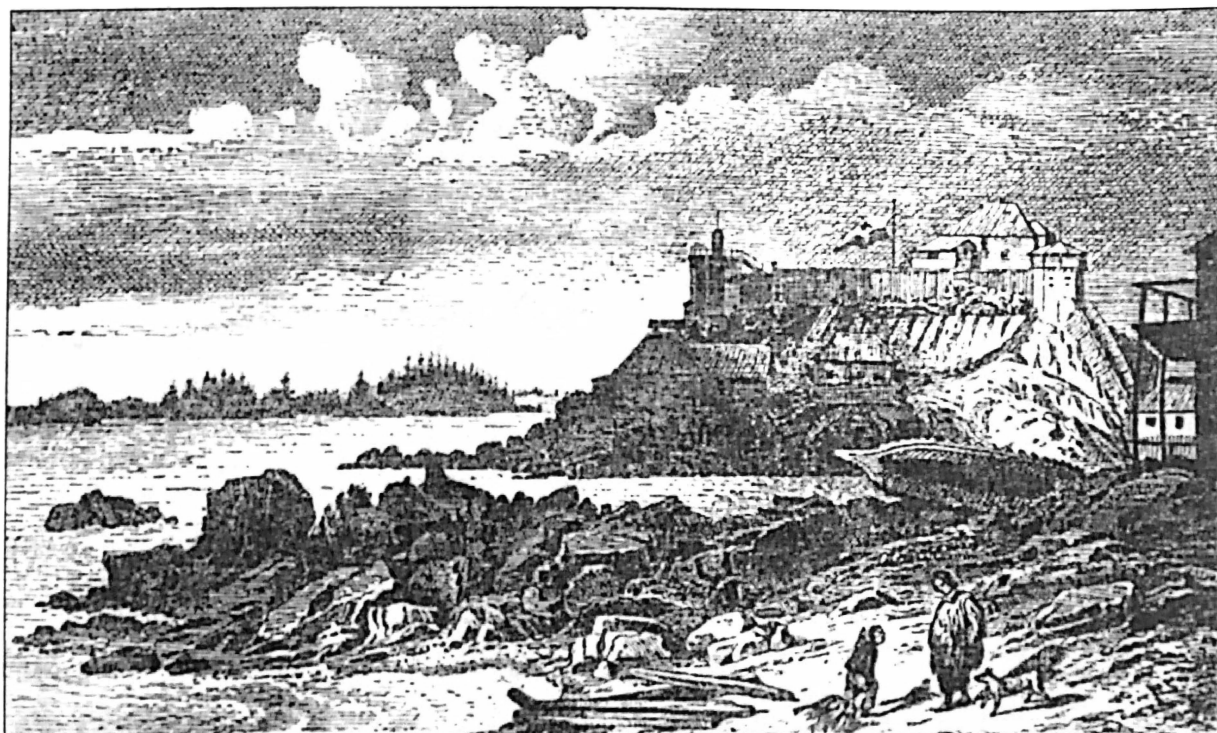


Предметы из этнографической коллекции, собранной Ю.Ф. Лисянским на острове Кадьяк близ берегов Аляски: 1 – лук и стрела, 2 – нож из китовой кости, 3 – праздничный головной убор, 4 – кукла, 5 – корзина и емкость для воды, 6 – головной убор старейшины, 7 – барабан, 8 – головной убор охотника на морского зверя.

пеха. К описываемому времени Япония уже более полутора столетий являлась страной, закрытой для европейцев. Еще в 1638 г., когда колониальная экспансия Голландии, Испании и Португалии, распространившаяся в странах Юго-Восточной Азии в XVI в. и начале XVII в., стала угрожать национальным интересам Японии, там был принят строжайший закон об изоляции. Ссылаясь на этот документ, японцы затягивали начало переговоров, а в итоге русскую дипломатическую миссию не приняли и отказались подписать какой-либо договор с Россией.

Новоархангельская крепость, заложенная в 1804 г. на о. Ситка, в Северо-Западной Америке (с гравюры начала XIX в.).

А вот в гидрографическом отношении плавание “Надежды” к японским берегам оказалось весьма результативным.



Шлюп "Нева", совершивший два плавания из Кронштадта в Русскую Америку (реконструкция художника А. Карелова).

Офицеры шлюпа нанесли на карты очертания северо-западных побережий Японских островов, до той поры почти неизвестных европейцам. При этом положение некоторых приметных пунктов было определено астрономическими методами. В этом же плавании составлена первая карта восточных берегов Сахалина. Правда, Крузенштерн не установил островное положение Сахалина, наткнувшись на мели в Татарском проливе.

Лисянский на "Неве", согласно утвержденному плану экспедиции, должен был следовать к острову Кадьяк, где находилась контора Главного правителя Русской Америки А.А. Баранова. Прибыв в Павловскую гавань на Кадьяке, Лисянский узнал, что правитель находится на острове Ситка (названном впоследствии островом Баранова), где туземное племя индейцев-тлинкитов, вооруженное американскими и подстрекаемое английскими браконьерами, захватило русскую крепость и крайне жестоко расправилось с ее русским населением. Сдав доставленный шлюпом груз, командир "Невы" приказал срочно пополнить запасы провизии и пресной воды и поспешил на помощь Баранову.

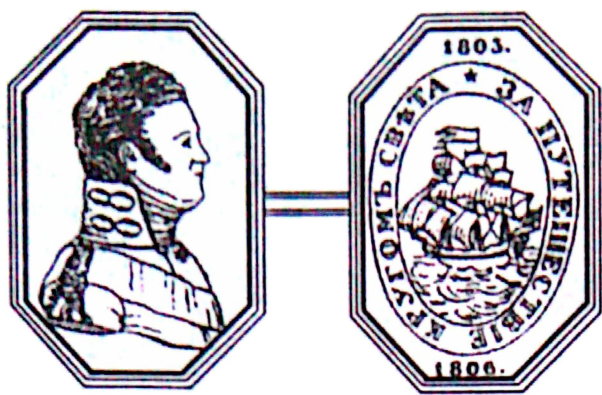
Появление у берегов Русской Америки шлюпа "Нева" – крупного, хорошо вооруженного военного корабля – позволило быстро сломить сопротивление мятежников. Так как крепость оказалась почти полностью разрушенной, было принято решение восстановить русский укрепленный форт в другом месте, более удобном для отражения возможных нападений в будущем. Заложенная крепость получила название Ново-Архангельск. 29 сентября 1804 г. Баранов поднял там русский флаг, а вскоре в новую крепость была перенесена контора Главного правителя, и Ново-Архангельск стал столицей Русской Америки. Действия Лисянского на шлюпе "Нева" в значительной степени способствовали



укреплению позиций Российско-Американской компании в этом регионе.

Во время зимовки, проведенной в Павловской гавани, Лисянский выполнил опись побережий островов группы Кадьяк, а с началом навигации "Нева" приняла груз пушнины в Ново-Архангельске. Летом 1805 г. офицеры "Невы" проводили гидрографические работы, результатом которых стала карта Ситкинского архипелага. Затем, 27 августа 1805 г., шлюп взял курс к берегам Китая, где была назначена встреча с "Надеждой".

Пересекая гряду Сандвичевых (Гавайских) островов, точной карты которых в то время еще не существовало, "Нева" в один из ненастных дней едва избежала гибели на неизвестной коралловой банке (мели). На рассвете неподалеку от злополучного рифа заметили небольшой остров, названный именем Лисянского.



Памятная медаль "За путешествие кругом света", выбитая в честь первого русского кругосветного плавания.

3 декабря 1805 г. корабли соединились на рейде порта Макао (Аомынь), где затем более двух месяцев экспедиция занималась продажей мехов и покупкой необходимых товаров. 9 февраля 1806 г. корабли вышли в далекий путь к родным берегам через Южно-Китайское море, Зондский пролив, Индийский океан, вокруг мыса Доброй Надежды в Атлантику и далее в Кронштадт. 15 апреля корабли потеряли друг друга в густом тумане и далее следовали самостоятельно.

Лисянский на "Неве" совершил безостановочный переход под парусами через два океана — от Макао до Портсмута (в Англии) — за 142 дня и 5 августа 1806 г. привел свой корабль на Кронштадтский рейд. Крузенштерн на "Надежде" закончил плавание двумя неделями позже.

ИТОГИ ПЛАВАНИЯ "НАДЕЖДЫ" И "НЕВЫ"

Первое русское кругосветное плавание стало крупным историческим событием, в честь которого в Санкт-Петербурге выбита специальная памятная медаль "За путешествие кругом света". Все участники экспедиции были представлены к наградам, офицеры повышены в чинах, матросы освобождены от дальнейшей службы и получили пожизненные пенсии.

Результаты плавания "Надежды" и "Невы" убедительно доказали, что русские колонии на северных побережьях Тихого океана могут быть надежно защищены от посягательств иноземцев и для них есть возможность дальнейшего развития, если установится выгодный

товарообмен с метрополией. Российский военно-морской флот блестяще выдержал экзамен на профессиональную зрелость, продемонстрировав высокое навигационное искусство офицеров. Было положено начало отечественным научным исследованиям в океане, ставшим впоследствии систематическими и непрерывными в каждом плавании.

Успешное плавание "Надежды" и "Невы" на практике убедило скептиков в целесообразности повторения подобных экспедиций. Через три месяца после возвращения шлюп "Нева" снова отправился к берегам русской Америки. В дальнейшем путешествия из Кронштадта в северную часть Тихого океана стали регулярным явлением. Корабли шли туда большей частью с коммерческими целями, а некоторые — для защиты русских владений на Дальнем Востоке, Алеутских островах и Аляске.

Плавание парусного корабля в значительной степени зависит от погоды, поэтому капитаны парусников всегда внимательно следили за состоянием атмосферы. На русских военных кораблях в дальних плаваниях гидрометеорологические наблюдения с самого начала велись систематически. Сила и направление ветра, характер облачности, температура воды и воздуха, сведения о морских течениях, особые явления природы — все заносилось в вахтенный журнал. Первоначально продиктованные профессиональной необходимостью наблюдения заложили основы сегодняшних научных исследований атмосферы и океана. Много времени и сил морские офицеры отдали гидрографии. Каждое плавание вдоль незнакомых берегов сопровождалось описью и составлением карты, зарисовками приметных мест; при высадке на берег непременно старались установить астропункт и определить его координаты. Однако все наблюдения и сделанные при этом открытия обычно совершались лишь попутно, не в ущерб

основной цели плавания. Исключение составляли экспедиции, специально снаряженные для поисков новых земель и научных исследований.

Таким было кругосветное плавание брига **“Рюрик”** в 1815–18 гг., построенного и снабженного всем необходимым для дальнего похода по инициативе и на личные средства графа Н.П. Румянцева. В этом плавании, совершенном под командованием лейтенанта О.Е. Коцебу, в Тихом океане открыты атоллы Румянцева, Спиридова, цепь островов Рюрика, остров Крузенштерна, атоллы Суворова и Кутузова, атолл Нового года (открыт 1 января), цепь островов Румянцева, остров Шамиссо, бухта Эшшольца (названы в честь ученых экспедиции), бухта Шишмарева (в честь старшего офицера **“Рюрика”**) и обширный залив Коцебу на севере Аляски. Кроме того, с борта **“Рюрика”** было выполнено более 300 измерений температуры воды на поверхности и 83 измерения на глубинах до 1830 метров. Коцебу положил начало наблюдениям над относительной прозрачностью морской воды.

Традиция научно-исследовательских плаваний была продолжена и привела к величайшему географическому открытию XIX в. Кругосветная экспедиция на шлюпах **“Восток”** и **“Мирный”** под командованием капитана 2-го ранга Ф.Ф. Беллинсгаузена и лейтенанта М.П. Лазарева в кругосветном плавании 1819–21 гг. совершила открытие Антарктиды – шестого и последнего континента Земли.

В первой половине XIX в. русские моряки совершили под парусами 42 плавания из Кронштадта в северную часть Тихого океана. Из этого числа 28 плаваний были кругосветными в полном смысле этого слова. Огибая земной шар, русские парусники 12 раз следовали в западном направлении и 16 раз в восточном. Еще пять плаваний к берегам Камчатки и Русской Америки, строго говоря, нельзя считать кругосветными, так как корабли возвращались в Кронштадт тем же путем (четыре плавания туда и обратно вокруг мыса Горн и одно – вокруг мыса Доброй Надежды). Девять кораблей, совершивших плавания в район русских владений на тихоокеанских берегах, не возвратились, оставшись в русских водах, где несли охрану промыслов либо занимались перевозкой грузов, в зависимости от своего назначения.

Всего за 63 года (1803–66) в дальних плаваниях приняло участие 32 русских парусных корабля (некоторые совершили по два и даже три рейса). 40 раз они обогнули мыс Горн и 35 раз обошли вокруг мыса Доброй Надежды. Ни один из иностранных флотов не может похвастаться подобными достижениями. Они остались непревзойденными.

Русские парусные кругосветные экспедиции XIX в. вылились в грандиозную эпопею отваги, мужества, высокого профессионального мастерства матросов, офицеров и ученых-натуралистов, стали одной из самых замечательных и романтических глав в славной 300-летней истории русского флота.

Полярные исследования А.В. Колчака

В. С. КОРЯКИН,
доктор географических наук
Поморский государственный университет
им. М.В. Ломоносова (г. Архангельск)

А.В. Колчак (1874–1920) – известный деятель российской истории начала XX в. Командующий Черноморским флотом, руководитель Белого движения в Сибири и “Верховный правитель России”, он был расстрелян в 1920 г. по приговору ЧК. Естественно, о периоде его жизни, когда он принимал участие в полярных исследованиях, долгое время было не принято вспоминать. Между тем роль А.В. Колчака в изучении и освоении Арктики достаточно заметна.

ряжение экспедиции для продолжения работ в Южном Ледовитом океане, начатых нашими знаменитыми исследователями Беллинсгаузеном и Лазаревым”. Однако берегов Антарктиды он так и не увидел. После окончания Морского корпуса двадцатилетний мичман Колчак был направлен в 7-й Петербургский флотский экипаж, а весной 1895 г. получил назначение на крейсер “Рюрик”, совершавший переход с Балтики на Дальний Восток. Там же, на Тихом океа-

ИНТЕРЕС К ПОЛЯРНЫМ ОБЛАСТЯМ ЗЕМЛИ

Подобно другим прославленным русским мореплавателям, таким как Н.Ф. Крузенштерн, Ф.Ф. Беллинсгаузен, В.М. Головнин, Ф.Ф. Литке, Александр Васильевич Колчак – выпускник Морского кадетского корпуса в Петербурге.

Четверть века спустя, в 1920 г., плененный адмирал Колчак объяснял иркутским чекистам: “Еще будучи в корпусе я интересовался океанографией и исследованиями в полярной области. Моим всегдашним желанием было сна-



Александр Васильевич Колчак в Арктике.

не, он продолжил службу вахтенным начальником на корабле аналогичного класса "Крейсер".

В дальних морских походах молодой офицер по своей инициативе стал проводить гидрологические измерения, и уже в 1899 г. в журнале "Записки по гидрографии" появилась его первая научная работа под названием "Наблюдения за поверхностными температурами и удельными весами морской воды, произведенные на крейсерах "Рюрик" и "Крейсер" с мая 1897 по март 1899 годов". Видимо, в это время он особенно ощутил противоречие между своим стремлением к науке и флотской службой, так как по возвращении в Петербург попробовал перевестись на только что построенный ледокол "Ермак", на котором под руководством адмирала С.О. Макарова проводились океанографические исследования. Эта попытка не увенчалась успехом, и молодой моряк обратился к выдающемуся геологу, исследователю Приамурья и Сахалина академику Ф.Б. Шмидту с просьбой о рекомендации для зачисления в Русскую полярную экспедицию Императорской Академии наук под руководством Э.В. Толля, отправлявшуюся в Арктику на поиски Земли Санникова. Пока его рапорт, обрастая многочисленными резолюциями, бродил в "верхах", Колчак на броненосце "Петропавловск", следовавшем на Дальний Восток, успел добраться до греческого порта Пирей, где его застало известие о желанном назначении. *"Мои работы в океанографии, – позднее писал А.В. Колчак, – обратили на себя внимание и явились основанием для приглашения меня в упомянутую экспедицию. На эту последнюю я смотрел как на подготовку к будущей Антарктической экспедиции"*.

Готовясь к участию в экспедиции, Колчак прошел практику наблюдателя в Главной геофизической обсерватории в Санкт-Петербурге и Павловской магнитной обсерватории. Это обеспечило ему солидную подготовку по нескольким научным направлениям: гидрографии, океанографии, метеорологии и топографии. По морской гидрологии Колчак стажировался в Норвегии, где встречался с Фритьофом Нансеном, на-

ходившимся в зените славы после трехлетнего трансарктического дрейфа на судне "Фрам". Заинтересовавшись исследовательской деятельностью, военный моряк готовился к комплексным полярным исследованиям.

НА "ЗАРЯ" К НОВОСИБИРСКИМ ОСТРОВАМ

Русская полярная экспедиция отправилась в район исследований на переоборудованной норвежской зверобойной парусно-паровой баркентине "Харальд Харфангер", переименованной после покупки в "Зарю". Грузоподъемность судна составляла 440 т при паровой машине в 230 индикаторных сил. Ее мощность примерно втрое больше, чем у "первопроходца" Северного морского пути – шхуны А.-Э. Норденшельда "Вега". Командиром судна был назначен лейтенант Н.Н. Коломейцев, его помощником – лейтенант Ф.А. Матисен. Колчак – гидрограф экспедиции, выполнявший также обязанности вахтенного начальника (Земля и Вселенная, 2001, № 3).

21 июня 1900 г. "Заря" вышла в море и обогнула Скандинавский полуостров, посетив по пути Александровск-на-Мурмане. Здесь ученые побывали на исследовательском судне "Андрей Первозванный", на котором группа гидрологов и гидробиологов под руководством профессора Н.М. Книповича изучала Баренцево море. Общение с известным исследователем северных морей было очень полезным для начинающего гидролога. Еще до выхода в Карское море начальник экспедиции отметил достоинства одного из своих ближайших сотрудников: *"Наш гидрограф Колчак – прекрасный специалист, преданный интересам экспедиции. Руководство драгированием он также взял на себя"*.

В конце сентября судно вынужденно зазимовало у северного побережья полуострова Таймыр, в бухте Заря на берегу Харитона Лаптева. Э.В. Толль, использовавший это время для исследования Таймыра, включил А.В. Колчака в состав маршрутной группы. В дневнике Толля есть запись: *"Не лучше ли мне пойти с гидрографом от Дудинки от истоков Хатанги к Енисею... оттуда – до*



Участники Русской полярной экспедиции Академии наук под руководством Э.В. Толля и экипаж экспедиционной шхуны "Заря". Во втором ряду третий слева – Э.В. Толль, за ним стоит А.В. Колчак.

устья Хатанги, а в марте и апреле обогнуть Таймырский полуостров и мыс Челюскина и вернуться сюда?" Этот план остался неосуществленным, но Э.В. Толль в своих записях упоминает о Колчаке еще не раз: "Колчак закончил карту мензульной съемки рейда "Зари", заснял остров Бонев и часть острова Нансена, выполнял гидрологические работы и проводил драгирование..."

Именно Колчака Толль выбрал для проведения длительных походов по Таймыру – в бухту Коломейцева и на полуостров Оскара. При его участии составлены почти все (четыре из пяти) карты Таймырского побережья. Во время зимовки среди руководства экспедиции возникли разногласия, в результате которых Коломейцев покинул судно, чтобы доставить почту с отчетом о работе экспедиции. На капитанский мостик "Зари" заступил ее новый командир – Ф.А. Матисен.

Колчак успешно прошел испытание зимовкой, хотя в дневнике Э.В. Толля есть и такая запись: "Забавляюсь горячим спором между Матисеном и Колчаком, они неизменно придерживаются противоположных мнений, но... остаются в дружбе, несмотря на частое раздражение гидрографа". Эту особенность, достаточно типичную для начинающих полярников, начальник экспедиции не раз отмечал у Колчака и позднее, например: "Меньшим запасом терпения обладает гидрограф". Впрочем, терпения у Колчака хватило не только на две зимовки на "Заре", но еще и на два возвращения в Арктику.

Конец первой зимовки и переход судна к Новосибирским островам ознаменовался целым рядом событий. Когда "Заря" бросила якорь у мыса Челюскина, А.В. Колчак вместе Ф. Зеебергом определил координаты северной оконечности Евразии. Надо было уточнить, какой из трех мысов, похожих друг на друга, севернее.

Очень важным было проведение первой гидрологической станции у мыса Челюскина, о чем Э.В. Толль писал: "Опустив лот на 200 м, гидрограф обнаружил на дне температуру -0.9 градуса и при-



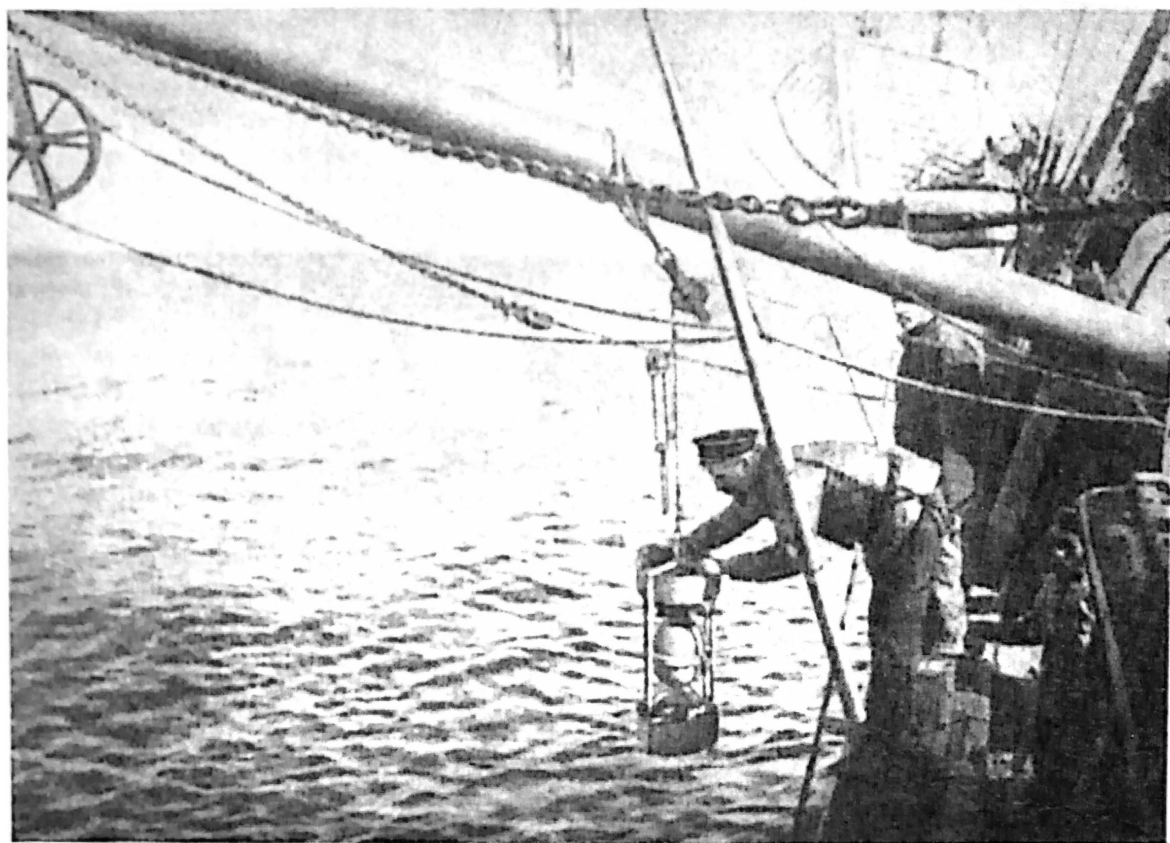
Участники Русской полярной экспедиции на льду Карского моря. Из книги А.В. Колчака "Лед Карского и Сибирского морей". Фото Ф. Матисена.

том океаническую воду с высокой соленостью. Гидрограф необычайно рад, что не пропустил этого интересного наблюдения... Мы находимся на границе новой фаунистической и гидрологической области моря, которая обещает быть дальше еще интересней'.

В море Лаптевых ледовая обстановка в целом оставалась благоприятной, и уже 10 сентября судно продвинулось севернее острова Котельный в группе Новосибирских островов. Тем не менее из-за тумана не удалось увидеть Землю



Гидрограф А.В. Колчак в каюте шхуны "Заря". 1901 г.



Санникова, которая, по убеждению Э.В. Толля, находилась поблизости. В подготовке ко второй вынужденной зимовке "Зари" – в лагуне Нерпалах на о. Котельном – А.В. Колчак сыграл важную роль: он доставил на судно образцы, оставленные геологом К.А. Воллосовичем на реке Быллыктах, преодолев на собачьей упряжке за неделю расстояние около ста километров. Но самой дальней его поездкой стало посещение островов Столбовой и Бельковский, где он выполнил топографические съемки, отобрал образцы пород и провел важные наблюдения за состоянием морских льдов.

Вторую зимовку Русской полярной экспедиции омрачила внезапная смерть доктора Г. Вальтера. И это было только началом трагического финала экспедиции... Из-за сложной ледовой обстановки "Заре" не удалось пробиться к отряду Э.В. Толля, работавшему на о. Беннетта.

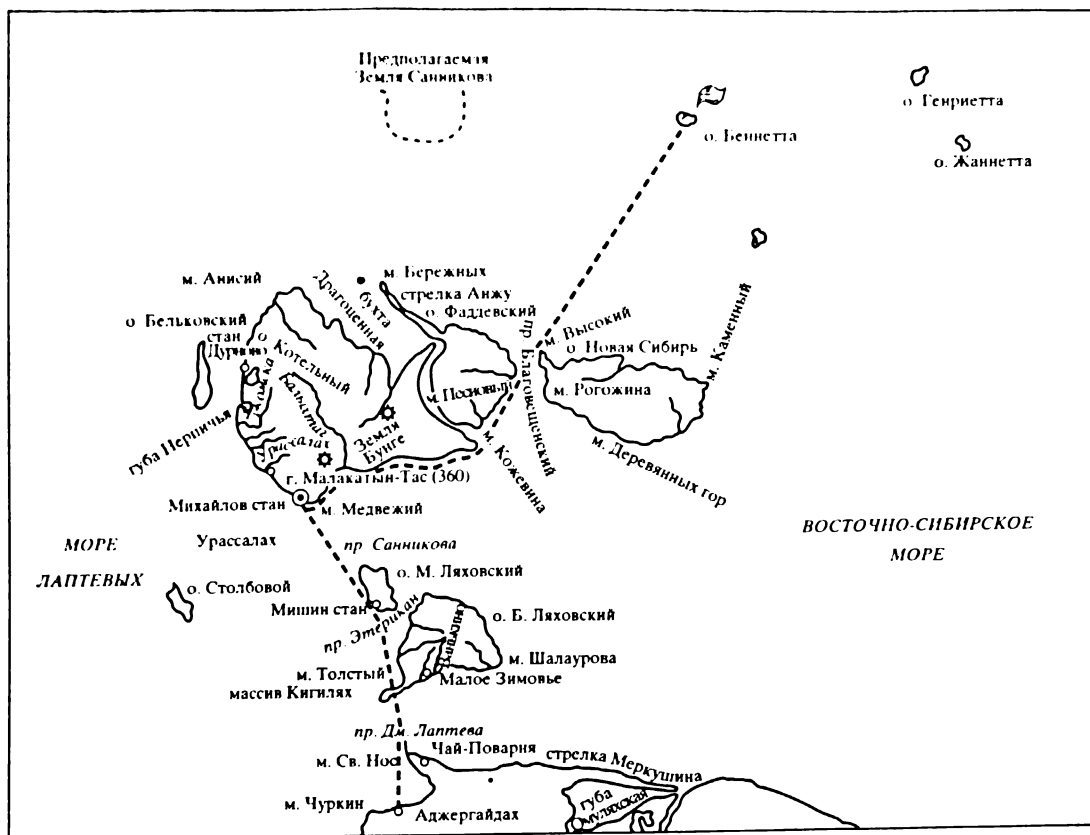
Основной состав экспедиции вернулся на Большую Землю. В Петербургской академии наук под председательством ее президента великого князя Константина Константиновича состоялось об-

А.В. Колчак выполняет гидрологические работы с борта шхуны "Заря". 1902 г.

суждение сложившейся ситуации. О ней доложил А.В. Колчак, подчеркнув необходимость организовать спасательную экспедицию. Изношенный корпус "Зари" делал ее непригодной для поисковых работ. Директор Главной физической обсерватории академик М.А. Рыкачев предложил направить в поход к Новосибирским островам ледокол "Ермак". Но эту идею отвергли, так как отсутствовали надежные морские карты, без которых плавание ледокола было рискованным. Приняли план лейтенанта А.В. Колчака – отправить спасательную партию на вельботе, имевшемся на "Заре", в сочетании с собачьей упряжкой. Экспедицию возглавил А.В. Колчак.

СПАСАТЕЛЬНАЯ ОПЕРАЦИЯ

20 марта 1903 г. отряд Колчака достиг Якутска, а на исходе апреля – села Казачье на Нижней Яне, исходной базы



Маршрут спасательного отряда лейтенанта А.В. Колчака, отправившегося в 1903 г. на поиски исчезнувшего отряда Э.В. Толля через Новосибирские острова к о. Беннетта.

маршрута на север. Сюда из бухты Тикси (за 400 км) боцман Никифор Бегичев и ссыльный П.В. Оленин доставили с "Зари" вельбот весом более полутонны. Преодолевая многочисленные трудности, 17 августа отряд спасателей из семи человек, высадившийся с вельбота на о. Беннетта, обнаружил признаки пребывания пропавшего отряда и письменные документы. Однако они содержали больше загадок, чем объяснений происшедшего. Э.В. Толль и его спутники ушли с острова в полярную ночь через пролив, в котором и зимой сохранялась незамерзающая полынья. Причина такого решения осталась неизвестной, но, по-видимому, без серьезных оснований опытный полярник Э.В. Толль не предпринял бы такой рискованный поход.

20 августа спасательная экспедиция на вельботе ушла с о. Беннетта. На других островах архипелага следы пропавшего отряда не обнаружены. Дальнейший поиск был бесполезен...

Работа А.В. Колчака в Русской полярной экспедиции и возглавленная им спасательная операция получили высокую оценку российских ученых. Именно за эту экспедицию Русское географическое общество наградило его Большой золотой (Константиновской) медалью. До Колчака лишь трое полярных исследователей получили такую медаль: начальник полярной станции Международного Полярного года в устье Лены Н.Д. Юргенс, первый покоритель Северо-Восточного прохода швед А.Э. Норденшельд и норвежец Ф. Нансен, совершивший на "Фраме" героическое пересечение Центрального Арктического бассейна. Эта медаль присуждалась "за всякий выдающийся и сопряженный с трудом и опасностью географический подвиг".

Русско-японская война 1904–05 гг. заставила А.В. Колчака вернуться на флот. Участвуя в обороне Порт-Артура, он попал в плен к японцам, а освободившись, продолжил научные исследования в Арктике. Тогда в научных и военных кругах, имея в виду увлеченность офицера-гидрографа Арктикой, его иначе и не называли, как Колчак Полярный.

О ЛЬДАХ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

Вклад А.В. Колчака в полярную науку не потерял своего значения и по сей день. Конечно, в первую очередь, это относится к его работе во время Русской полярной экспедиции под руководством Э.В. Толля 1900–03 гг. В первое десятилетие XX в., еще находясь на службе, он завершил обработку наблюдений, ставших основой для монографии *“Лед Карского и Сибирского морей”*, опубликованной в Петербургской академии наук (1909 г.). В ней А.В. Колчак разработал классификацию морских льдов Арктики и рассмотрел закономерности их распространения и дрейфа. Эта работа получила мировую известность и частично была переведена в Соединенных Штатах в 1928 г.

В нашей стране по понятным причинам она долгое время оставалась неизвестной, хотя руководитель дрейфующей станции СП-2 (1950–51 гг.) М.М. Сомов, по-видимому, знал, продолжателем чьих идей он выступает. Дело в том, что А.В. Колчак предсказал существование в восточной части Полярного бассейна второй, круговой системы дрейфа арктических льдов помимо генерального дрейфа от Берингова пролива к Гренландскому морю с центром примерно в 83–84° с.ш. и 180–170° з.д. Почти полвека спустя это подтвердили наши полярники, а вслед за ними и американцы. К важнейшим достижениям А.В. Колчака относится и первая классификация морских арктических льдов, значение которой для практики ледового плавания невозможно переоценить.

Продолжая службу на военных кораблях, А.В. Колчак, будучи уже в чине капитана 2-го ранга, возвращается в Арктику. Об этом периоде своей деятельно-

сти на допросе в Иркутске он рассказал так: *«Начальник Главного Гидрографического управления Вилькицкий предложил мне организовать экспедицию для исследования Северо-Восточного морского пути... Я разработал проект этой экспедиции... Решено было построить два ледокольных судна, которые были названы “Таймыр” и “Вайгач”... В 1908 году я ушел из Генерального штаба и всецело посвятил себя наблюдению за постройкой этих судов... В 1909 году суда были спущены, и мы осенью ушли на Дальний Восток с тем, чтобы летом 1910 года пройти через Берингов пролив...»* В навигацию 1910 г. именно А.В. Колчак провел суда в Чукотское море, где состоялась его последняя встреча с полярными льдами. А потом, в преддверии войны, как военный моряк он ушел в беспокойные воды Балтики. Все самое интересное в работе Гидрографической экспедиции Северного Ледовитого океана (Земля и Вселенная, 1993, № 3): открытие архипелага Северная Земля и проход “Таймыра” и “Вайгача” по трассе Северного морского пути – произошло без него, хотя его заслуги, несомненно, следует признать.

В годы гражданской войны А.В. Колчак, несмотря на то что был занят организацией борьбы с сибирскими партизанами и Красной Армией, принимает самые активные меры по освоению морского пути между Сибирью и “белым” Севером в европейской части страны. Он учреждает специальную Дирекцию маяков и лоций, а затем создает Комитет Северного морского пути – своего рода прообраз Главсевморпути 30–40-х гг. XX в.

В наши дни имя Александра Васильевича восстановлено в истории изучения и освоения Российской Арктики. Оно возвращено одному из островов, открытых экспедицией на “Заре” в 1900–01 гг. у Таймырского побережья. Тогда А.В. Колчак был начинающим полярником, но Э.В. Толль считал возможным назвать именем молодого флотского лейтенанта нанесенный им на карту остров. Если бы судьба А.В. Колчака не сложилась так трагически, он, вероятно, стал бы крупным полярным исследователем.

НЕБЕСНЫЙ КАЛЕНДАРЬ: сентябрь–октябрь 2004 г.

Сентябрь 2004

Октябрь 2004

1	Венера в 2° южнее Сатурна (00.5 ч) Начало прямого движения Меркурия (17.9 ч)
2	
3	Луна в восходящем узле (06.5 ч)
4	
5	
6	Луна в последней четверти (15.2 ч)
7	
8	Луна в апогее (02.7 ч)
9	Меркурий в наибольшей элонгации 18°E (13.9 ч) Луна в 5° севернее Сатурна (21.9 ч)
10	Меркурий в 0.05° южнее α Льва (05 ч) Луна в 7° севернее Венеры (16.0 ч)
11	
12	
13	Луна в 4° севернее Меркурия (00.9 ч)
14	Новолуние (14.5 ч)
15	Марс в соединении (12.9 ч)
16	
17	Луна в нисходящем узле (14.8 ч) Максимум переменной звезды R Водолея
18	
19	
20	
21	Луна в первой четверти (15.9 ч) Юпитер в соединении (23.8 ч)
22	Осеннее равноденствие (16.5 ч) Луна в перигее (21.0 ч)
23	
24	
25	
26	
27	
28	Полнолуние (13.2 ч)
29	
30	Луна в восходящем узле (13.5 ч)

1	
2	
3	Венера в 0.15° южнее α Льва (16 ч)
4	Максимум переменной звезды S Северной Короны
5	Меркурий в верхнем соединении (18.5 ч) Луна в апогее (22.2 ч)
6	Луна в последней четверти (10.2 ч)
7	Луна в 5° севернее Сатурна (10.1 ч)
8	Максимум метеорного потока Дракониды (02 ч)
9	
10	Луна в 4° севернее Венеры (18.9 ч)
11	
12	Луна в 2° севернее Юпитера (19.2 ч)
13	
14	Новолуние, частное солнечное затмение (02.8 ч) Луна в нисходящем узле (21.8 ч)
15	
16	
17	Покрытие звезды σ Скорпиона Луной (10 ч) Луна в перигее (23.9 ч)
18	
19	
20	Луна в первой четверти (22.0 ч)
21	Максимум метеорного потока Ориониды (02 ч)
22	
23	
24	
25	
26	
27	Луна в восходящем узле (21.7 ч)
28	Полное теневое лунное затмение (03.1 ч) Полнолуние (03.1 ч)
29	
30	
31	

ЭФЕМЕРИДЫ СОЛНЦА

Дата		α		δ		45°		55°		65°			
		ч	м	°	'	восход	заход	восход	заход	восход	заход	восход	заход
Сентябрь	1	10	42.0	+08	14	05 22	18 37	05 07	18 52	04 40	19 18		
	11	11	18.1	+04	31	05 34	18 18	05 25	18 26	05 10	18 41		
	21	11	53.9	+00	39	05 46	17 59	05 44	18 01	05 40	18 04		
Октябрь	1	12	29.9	-03	14	05 58	17 40	06 05	17 34	06 11	17 27		
	11	13	06.4	-07	04	06 11	17 22	06 22	17 10	06 42	16 51		
	21	13	43.8	-10	44	06 24	17 05	06 42	16 46	07 12	16 15		
	31	14	22.2	-14	09	06 37	16 49	07 02	16 24	07 47	15 39		

Пример. Определить время восхода Солнца 14 октября 2004 г. в Томске (широта $56^{\circ}30'$, долгота $5^{\circ}40'$, $n = 6$).

По таблице "Эфемериды Солнца" интерполируем значение среднего солнечного времени восхода Солнца на заданную дату (14 октября 2004 г.), а затем на заданную широту ($56^{\circ}30'$). Получаем $06^{\circ}31''$. Для определения поясного времени вычтем из этого значения долготу места, прибавим номер часового пояса ($n = 6$) и один час летнего времени. В итоге получаем $07^{\circ}51''$.

Таблица II

ЭФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

Дата		α		δ		m	d	f	Видимость			
		ч	м	°	'		"		45°	55°	65°	Период
Меркурий												
Сентябрь	1	09	49.6	+10	47	2.0	9.3	0.13	—	—	—	
	11	10	12.1	+11	45	−0.4	6.9	0.53	1.1	1.1	0.9	Утро
	21	11	11.8	+07	08	−1.1	5.5	0.88	0.5	0.3	—	Утро
Октябрь	1	12	18.5	−00	18	−1.4	4.9	0.99	—	—	—	
	11	13	21.6	−07	54	−1.1	4.7	0.99	—	—	—	
	21	14	22.1	−14	39	−0.6	4.8	0.96	—	—	—	
	31	15	21.9	−20	06	−0.3	5.0	0.91	—	—	—	
Венера												
Сентябрь	1	07	40.8	+19	17	−4.2	20.4	0.57	4.1	4.6	5.5	Утро
	11	08	25.6	+17	53	−4.2	18.7	0.62	4.1	4.6	5.6	Утро
	21	09	11.1	+15	40	−4.1	17.2	0.66	4.0	4.5	5.5	Утро
Октябрь	1	09	56.5	+12	42	−4.0	16.1	0.70	3.9	4.4	5.3	Утро
	11	10	41.7	+09	05	−4.0	15.1	0.73	3.7	4.2	5.1	Утро
	21	11	26.5	+04	57	−3.9	14.2	0.77	3.6	4.0	4.9	Утро
	31	12	11.2	+00	29	−3.9	13.5	0.80	3.4	3.9	4.7	Утро

ЗФЕМЕРИДЫ ПЛАНЕТ

Дата		α		δ		m	d	f	Видимость			
		ч	м	°	'		"		45°	55°	65°	Период
Марс												
Сентябрь	1	11	01.5	+07	21	1.8	3.5	1.00	—	—	—	
	11	11	25.2	+04	49	1.7	3.5	1.00	—	—	—	
	21	11	48.7	+02	14	1.7	3.5	1.00	—	—	—	
Октябрь	1	12	12.4	−00	23	1.7	3.5	1.00	—	—	—	
	11	12	36.1	−03	00	1.7	3.6	1.00	—	—	—	
	21	13	00.2	−05	36	1.7	3.6	1.00	—	—	—	
	31	13	24.6	−08	08	1.7	3.6	0.99	—	—	—	
Юпитер												
Сентябрь	1	11	42.7	+03	03	−1.7	30.7	1.00	—	—	—	
	11	11	50.5	+02	12	−1.7	30.6	1.00	—	—	—	
	21	11	58.4	+01	21	−1.7	30.5	1.00	—	—	—	
Октябрь	1	12	06.4	+00	30	−1.7	30.6	1.00	—	—	—	
	11	12	14.3	−00	21	−1.7	30.7	1.00	1.0	1.0	0.9	Утро
	21	12	22.0	−01	11	−1.7	31.0	1.00	1.8	2.0	2.3	Утро
	31	12	29.5	−01	58	−1.7	31.3	1.00	2.5	2.9	3.3	Утро
Сатурн												
Сентябрь	1	07	40.9	+21	13	0.2	17.0	1.00	3.6	4.0	4.8	Утро
	11	07	45.1	+21	04	0.2	17.2	1.00	4.5	4.9	6.0	Утро
	21	07	48.8	+20	55	0.2	17.5	1.00	5.3	5.9	7.1	Утро
Октябрь	1	07	51.9	+20	48	0.2	17.8	1.00	6.1	6.8	8.3	Утро
	11	07	54.4	+20	42	0.2	18.1	1.00	6.9	7.8	9.4	Ночь
	21	07	56.2	+20	38	0.2	18.4	1.00	7.8	8.7	10.5	Ночь
	31	07	57.3	+20	36	0.1	18.8	1.00	8.7	9.7	11.7	Ночь

ВИДИМОСТЬ ПЛАНЕТ

Меркурий в сентябре виден на рассвете над восточным горизонтом в созвездии Льва. 10 сентября он вступит в тесное соединение с самой яркой звездой этого созвездия – Регул.

Венера будет светить по утрам в восточной части неба в созвездиях Близнецов, Рака, Льва и Девы. 3 октября она вступит в тесное соединение со звездой Регул.

Юпитер виден с начала октября по утрам над восточным горизонтом в созвездии Девы.

Сатурн можно наблюдать во второй половине ночи и по утрам в созвездии Близнецов.

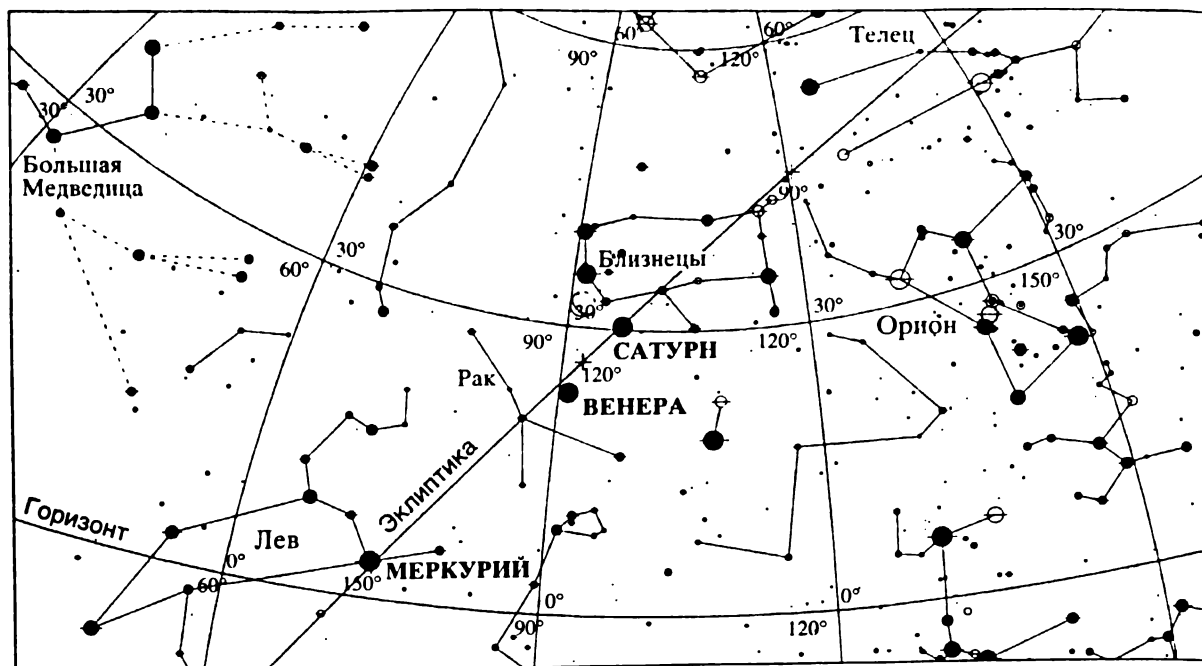
ЧАСТНОЕ СОЛНЕЧНОЕ ЗАТМЕНИЕ

Утром 14 октября 2004 г. над территорией Центральной и Восточной Сибири произойдет **частное солнечное затмение**. Оно начнется в 0 ч 55 мин по Всемирному времени, и первыми его увидят на восходе Солнца жители Эвенкийского и Долгано-Ненецкого округов России. В течение последующих 30 мин затмение станет видно в Сибири восточнее 70° в.д. и севернее линии, проходящей от Новосибирска до Улан-Батора (Монголия). Чем севернее от этой линии, тем полнее максимальная фаза затмения. Наибольшей фазы в России (около 0.90) оно достигнет на Чукотском полуострове после местного полудня.

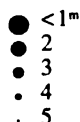
ОБСТОЯТЕЛЬСТВА СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ 14 ОКТЯБРЯ 2004 г. В ГОРОДАХ РОССИИ

Город	Начало		Середина		Конец		Наибольшая фаза
	ч	м	ч	м	ч	м	
Абакан	01	23	01	33	01	43	0.012
Агинское	01	12	01	51	02	32	0.158
Анадырь	01	30	02	39	03	47	0.863
Биробиджан	01	15	02	14	03	14	0.346
Благовещенск	01	11	02	06	03	02	0.300
Братск	01	04	01	41	02	18	0.150
Владивосток	01	26	02	18	03	12	0.235
Дудинка	–	–	01	43	02	33	0.367
Иркутск	01	14	01	42	02	10	0.079
Кемерово	01	17	01	31	01	45	0.022
Комсомольск-на-Амуре	01	13	02	17	03	22	0.428
Красноярск	01	09	01	35	02	02	0.082
Магадан	01	14	02	24	03	34	0.674
Нерюнгри	01	03	02	00	02	59	0.380
Нижневартовск	–	–	(01	33)	02	03	(0.14)
Николаевск-на-Амуре	01	12	02	19	03	27	0.508
Норильск	–	–	01	44	02	34	0.374
Палана	01	21	02	33	03	44	0.748
Певек	01	21	02	28	03	35	0.824
Петропавловск-Камчатский	01	26	02	40	03	52	0.701
Сургут	–	–	(01	46)	02	02	(0.10)
Тикси	01	01	02	03	02	06	0.613
Томск	01	12	01	31	01	51	0.047
Тура	00	55	01	44	02	34	0.324
Улан-Удэ	01	13	01	45	02	17	0.101
Усть-Илимск	01	01	01	42	02	24	0.201
Усть-Ордынский	01	12	01	42	02	13	0.096
Уэлен	01	37	02	44	03	49	0.901
Хабаровск	01	16	02	17	03	19	0.370
Чита	01	10	01	50	02	31	0.166
Южно-Курильск	01	28	02	37	03	45	0.459
Южно-Сахалинск	01	21	02	28	03	36	0.454
Якутск	01	01	02	04	03	07	0.509

Примечание. Прочерк означает, что в данном пункте затмение начинается до восхода Солнца. В скобках приводится момент восхода и фаза затмения на это время. В данных случаях наибольшая фаза произойдет до восхода Солнца.



Блеск звезд



- Кратные звезды
- Переменные звезды
- ⊕ Кратные переменные звезды

Карта восточной части неба, где в сентябре 2004 г. на рассвете видны планеты Меркурий, Венера и Сатурн (Москва, 10 сентября 2004 г., 5 ч 30 мин – момент соединения Меркурия со звездой Регул. Время московское).

Таблица IV

ПОЛНОЕ ТЕНЕВОЕ ЛУННОЕ ЗАТМЕНИЕ

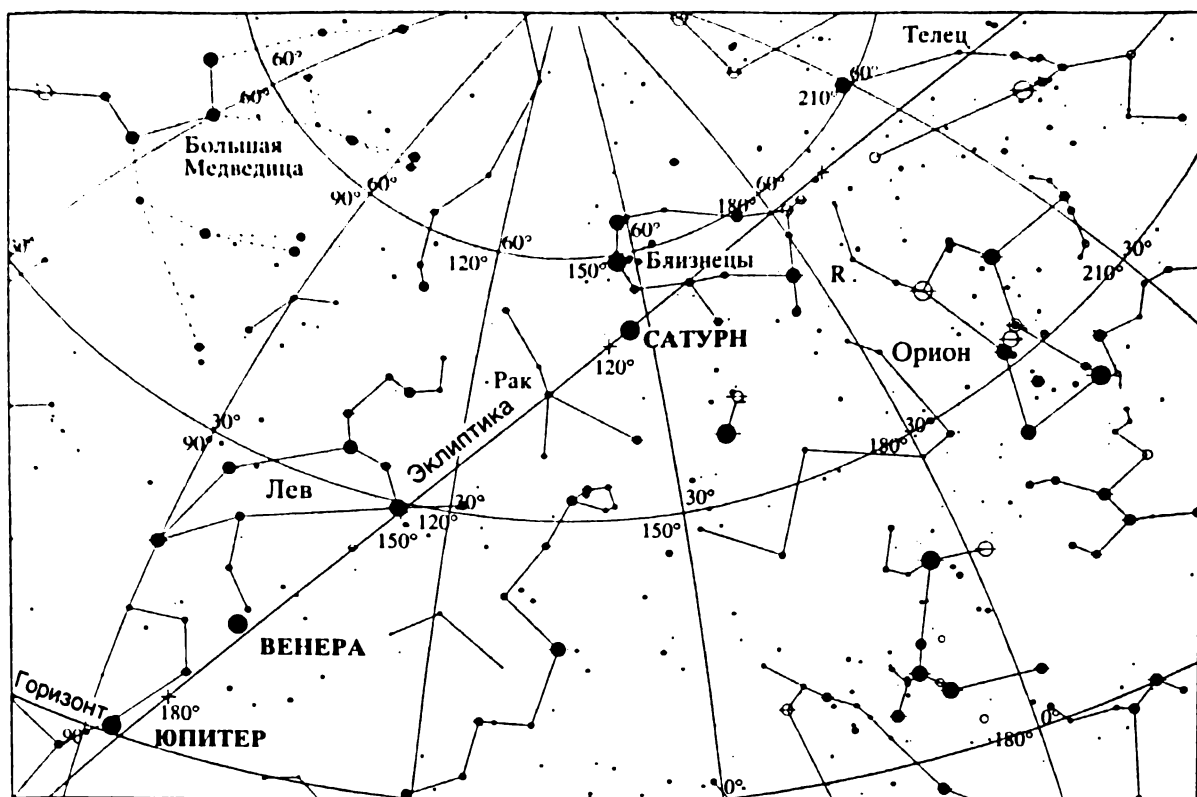
ОБСТОЯТЕЛЬСТВА ПОЛНОГО ЛУННОГО ЗАТМЕНИЯ 28 ОКТЯБРЯ 2004 г.

28 октября произойдет второе в 2004 г. **полное теневое лунное затмение**. Его можно будет наблюдать с большей части территории нашей страны.

Событие случится под утро 28 октября в созвездии Овна, когда Луна станет постепенно приближаться к западному горизонту. Чем западнее точка наблюдения, тем позже Луна зайдет за горизонт и тем большую фазу затмения удастся увидеть. В европейской части России явление можно наблюдать почти полностью. В северо-западных районах теневое затмение будет видно с начала до конца, а заход Луны придется на его заключи-

Явление	Т		РА
	ч	м	°
Вступление Луны в полутень	00	06	75
Начало частного теневого затмения	01	14	22
Начало полного теневого затмения	02	23	283
Момент наибольшей фазы	03	04	155
Окончание полного теневого затмения	03	45	26
Окончание частного теневого затмения	04	54	228
Выход Луны из полутени	06	03	234

Примечание. Позиционный угол РА – угол с вершиной в центре диска Луны между направлениями на Северный полюс мира и на точку касания Луны с земной тенью и в центр тени для момента наибольшей фазы – отсчитывается против вращения часовой стрелки.



Блеск звезд

- < 1^m
- 2
- 3
- 4
- 5

- Кратные звезды
- Переменные звезды
- ⊕ Кратные переменные звезды

Карта восточной части неба, где в октябре по утрам видны планеты Венера, Юпитер и Сатурн (Москва, 21 октября, 6 ч 00 мин – момент максимума метеорного потока Ориониды. Время московское.). R – радиант потока.

тельную полутеневую стадию. В центральных районах Луна зайдет при заключительной фазе, а на востоке европейской части и на Урале – во время полной фазы затмения. Перед этим начнет светать, и затмившаяся Луна станет невидимой еще до своего захода.

В Западной Сибири удастся увидеть только начало затмения, а на Чукотском полуострове – его заключительные фазы, уже на восходе Луны вечером 28 октября.

Угловой диаметр Луны во время затмения – 30.5', земной тени – 81.6', а земной по-

лутени – 147.3'. Значение наибольшей фазы составит 1.31. Луна пройдет по северной части земной тени, причем ее южный край практически пересечет центр тени.

ДВА АСТЕРОИДА

В начале осени 2004 г. в противостояние с Солнцем вступят сразу два ярких астероида. Они расположатся на небе очень близко друг от друга, и их видимые пути среди звезд (в созвездиях Кита и Водолея) будут очень похожи. Путь ярчайшей малой планеты **Веста** (№ 4) расположится южнее. Ее блеск в

начале сентября составит примерно 6^m. В южных районах России, где Веста поднимется достаточно высоко над горизонтом, наблюдатели с острым зрением смогут найти ее невооруженным глазом при условии хорошей прозрачности атмосферы. В бинокль Веста будет прекрасно видна со всех широт нашей страны. Блеск второго астероида, **Метиды** (№ 9), примерно на три величины слабее Весты, но и его не трудно будет обнаружить в телескоп с помощью приведенной звездной карты.

ЭФЕМЕРИДЫ АСТЕРОИДА ВЕСТА (4)

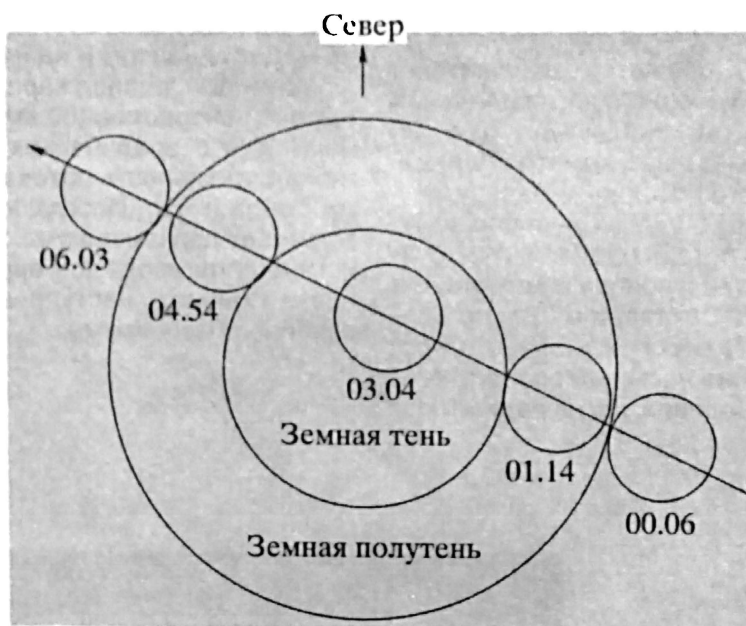
Дата		α		δ		Расстояние, а.е.		Элонгация	Блеск
		ч	м	°	'	от Земли	от Солнца	°	m
Сентябрь	1	23	58.5	-12	10	1.38	2.36	161	6.2
	6	23	54.5	-12	50	1.37	2.36	165	6.1
	11	23	50.1	-13	28	1.37	2.37	168	6.1
	16	23	45.5	-14	03	1.38	2.37	168	6.1
	21	23	40.9	-14	35	1.39	2.38	166	6.2
	26	23	36.5	-15	01	1.41	2.38	162	6.3
Октябрь	1	23	32.4	-15	21	1.44	2.39	157	6.4
	6	23	28.6	-15	36	1.47	2.39	151	6.5
	11	23	25.5	-15	44	1.50	2.40	146	6.6
	16	23	22.9	-15	46	1.54	2.40	141	6.7
	21	23	20.9	-15	43	1.59	2.41	136	6.8
	26	23	19.7	-15	33	1.64	2.41	131	6.9
	31	23	19.2	-15	19	1.70	2.42	126	7.0

Таблица VI

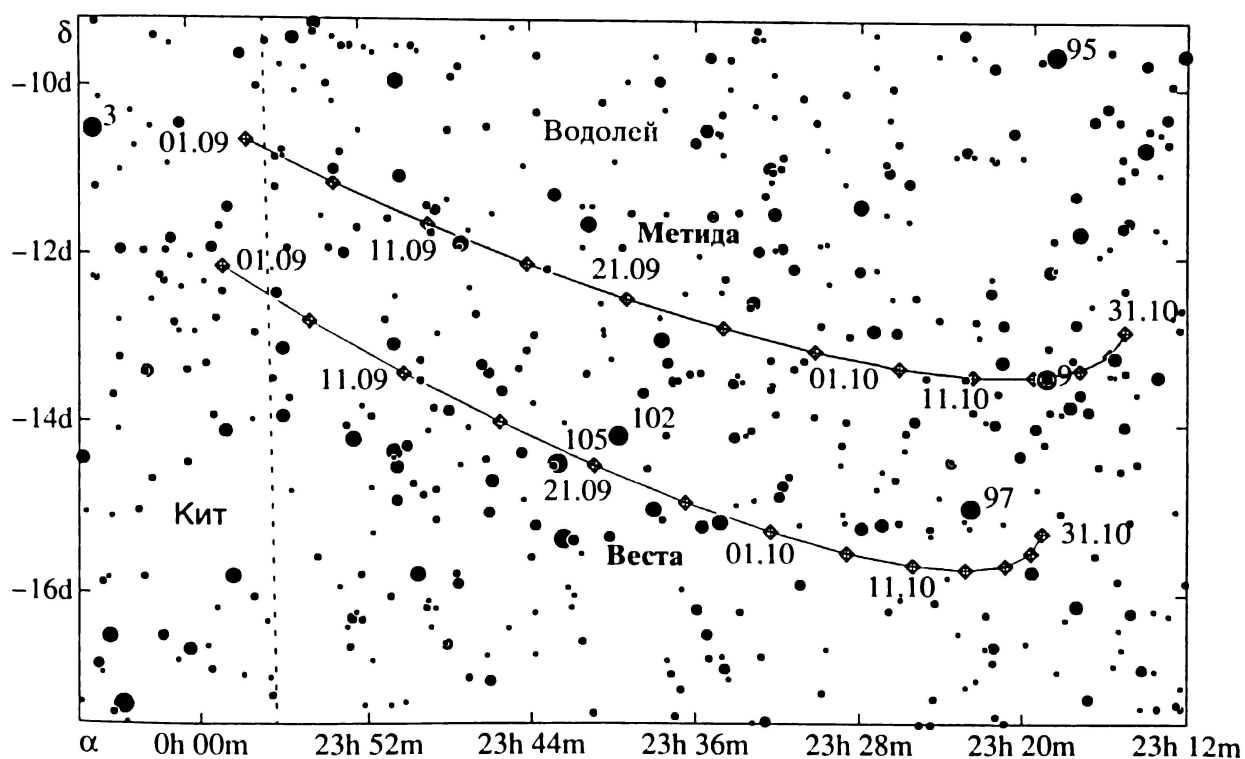
ЭФЕМЕРИДЫ АСТЕРОИДА МЕТИДА (9)

Дата		α		δ		Расстояние, а.е.		Элонгация	Блеск
		ч	м	°	'	от Земли	от Солнца	°	m
Сентябрь	1	23	57.3	-10	40	1.36	2.34	161	9.3
	6	23	53.2	-11	11	1.34	2.33	166	9.2
	11	23	48.8	-11	41	1.32	2.32	170	9.1
	16	23	44.1	-12	09	1.32	2.31	170	9.1
	21	23	39.3	-12	34	1.32	2.31	168	9.1
	26	23	34.7	-12	55	1.32	2.30	163	9.2
Октябрь	1	23	30.2	-13	12	1.34	2.29	158	9.3
	6	23	26.2	-13	23	1.35	2.29	153	9.4
	11	23	22.6	-13	28	1.38	2.28	147	9.5
	16	23	19.7	-13	27	1.41	2.27	142	9.6
	21	23	17.5	-13	21	1.44	2.27	137	9.7
	26	23	16.1	-13	09	1.48	2.26	131	9.9
	31	23	15.4	-13	52	1.52	2.26	126	10.0

Примечание. Экваториальные координаты α и δ во всех таблицах даны на 0 ч UT.



Движение Луны через земную тень и полутень во время затмения 28 октября 2004 г.



Видимые пути астероидов Веста и Метида среди звезд в сентябре и октябре 2004 г.

МЕТЕОРНЫЙ ПОТОК ОРИОНИДЫ

В октябре 2004 г. сложатся исключительно благоприятные условия для наблюдения метеорного потока Ориониды. Это один из двух потоков, порожденных кометой Галлея. В отличие от другого потока – η -Аквариды – он лучше всего будет виден в Северном полушарии. Активность потока продолжится с начала октября до начала ноября, а максимум в 2004 г. ожидается 21 октября в 02 ч по Всемирному времени. В европейской части России это предутренние часы, наиболее благоприятные для наблюдений, когда радиант по-

тока ($\alpha = 06^{\text{ч}} 20^{\text{м}}$, $\delta = +16^\circ$) находится высоко над горизонтом и на небе еще нет Луны.

Метеоры Орионид характеризуются очень высокой скоростью (66 км/с). Этим они отличаются от спорадических метеоров. По прогнозам, активность потока может достичь 20 метеоров в час. Иногда этот метеорный поток имеет два максимума. Например, в 1993 г. и 1998 г. наблюдался еще один пик активности Орионид, наступивший за 3–4 дня до основного максимума.

О.С. УГОЛЬНИКОВ

Информация

Самый полный звездный каталог

В марте 2004 г. опубликован *второй каталог* объектов звездного неба по проекту SDSS (Sloan Digital Sky Survey – цифровой обзор неба Слоун; Земля и Вселенная, 2004, № 3). Работы начались в мае 1998 г., их финансирование утвердил фонд американского миллионера Г. Слоуна пока до сентября 2008 г. Предполагается составить подробную **трехмерную карту четвертой части неба** с определением координат и яркостей всех обнаруженных объектов (в том числе миллионы галактик и квазаров) и их расстояний. В этом проекте принимают участие более 200 астрономов из 13 астрономических организаций разных стран мира.

Первый каталог данных, собранных по проекту SDSS, был опубликован в 2003 г. Он содержал информацию о 50 млн. небесных тел, в том числе спектры и величины красного смещения почти 200 тыс. объектов. Во второй каталог, не име-



Фрагмент одного из снимков нового каталога проекта SDSS с шаровым скоплением M13 в Геркулесе (расстояние 25 тыс. св. лет). В скопление входит около миллиона звезд. Это монтаж нескольких фотографий, сделанных с помощью пяти разных светофильтров, что позволяет различить красные гиганты и голубые звезды. Фото ESO.

ющий в мире аналогов, вошли данные наблюдений за последние два года. Его объем вместе с цифровыми фотографиями составил 6 Тбайт (6×10^{12} байт), из них 2 Тбайта занимает база данных. Этот каталог содержит сведения о более чем 88 млн. объектов, в частности значения красных смещений 350 тыс. объектов (включая 260 тыс. галактик, 36 тыс. квазаров и

48 тыс. звезд). Пока сюда вошли объекты до 22.2^м.

Дополнительную информацию можно получить на Web-сайте проекта SDSS по адресу: <http://www.sdss.org/DR2> или на сайте SkyServer: <http://skyserver.sdss.org/>

По материалам
Интернет-сайта "SDSS/Sky
Server"

Ночь в Московском астроклубе

АСТРОНОМИЯ НА ТРОТУАРЕ

Когда говорят об астрономии, то представляется купол обсерватории и разная сложная аппаратура, используемая профессиональными астрономами. А между тем астрономией можно заниматься даже на городских улицах, во дворах и скверах.

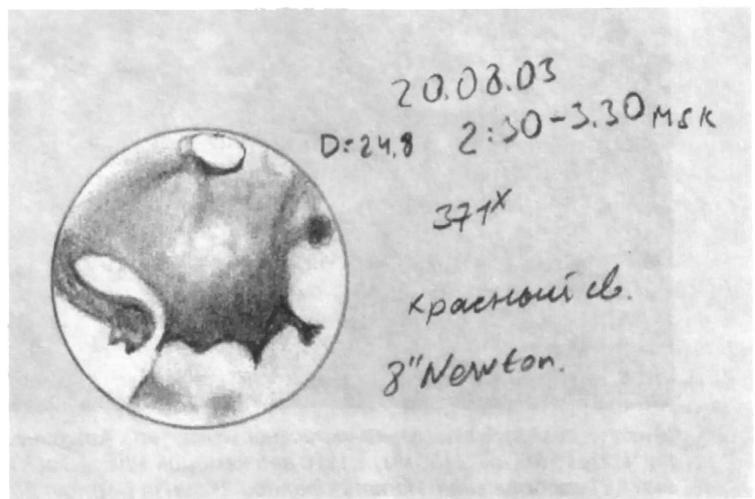
Вечером 11 сентября 2003 г. я приехала в сад им. Баумана, где Московский астрономический клуб запланировал астрономические наблюдения. На большой поляне возвышались телескопы: два рефлектора системы Ньютона на монтировке Добсона и два рефрактора, в которые члены клуба показывали прохожим Луну, Марс и другие небесные объекты. Погода стояла ясная и, несмотря на значительную городскую засветку, эти небесные тела были пре-

красно видны. Невзирая на поздний час, к инструментам постоянно подходили люди, с интересом заглядывали в телескопы и слушали объяснения астрономов-любителей. Некоторые из прохожих впервые наблюдали в телескоп. Они восхищались видом рельефа Луны, Марсом красноватого цвета, который еще находился в великом противостоянии, то есть на самом близком расстоянии от Земли. Тот, кто обладал хорошим зрением, мог видеть не только полярную шапку Красной планеты, но и маленький отколовшийся кусочек этой шапки. Несколь-

кими днями ранее один из лучших рисовальщиков в Астрономическом клубе, Виталий Шведун, сделал зарисовку Марса по наблюдениям в свой 254-мм рефлектор системы Ньютона.

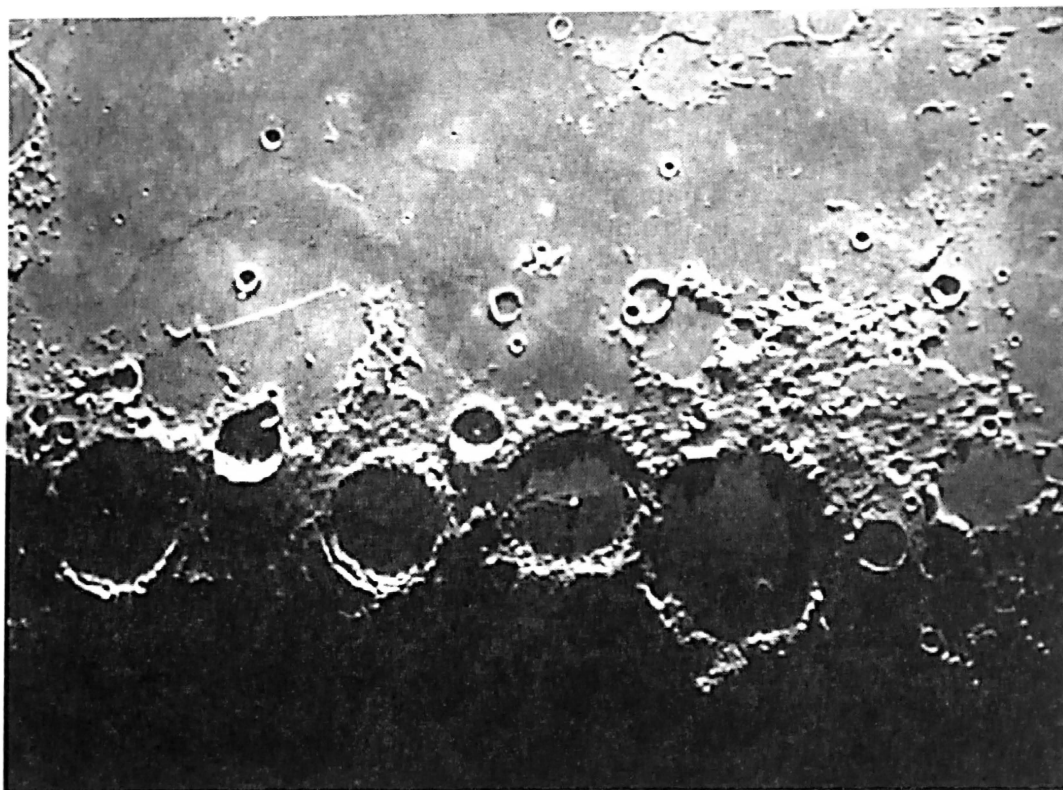
Московский астрономический клуб регулярно проводит демонстрации небесных объектов для всех желающих не только в саду им. Баумана, но и в других точках Москвы. Этим демонстрациям любители дали название "Астрономия на тротуаре". В теплые ясные вечера на них собираются десятки прохожих. Информацию о предстоящих демонстрациях

Марс во время великого противостояния. Таким его увидел в свой 254-мм рефлектор системы Ньютона член астроклуба В Шведун 20 августа 2003 г.





Во время демонстрации небесных объектов, организованной Московским астроklubом летом 2002 г. на Воробьевых горах, даже возникла очередь из желающих понаблюдать в телескоп. Слева – руководитель астроklubа А. Остапенко. Фото А. Бурухина.



Участок поверхности Луны в окрестности кратера Альфонс. Снимок получен на телескопе "Интекс МК-67" (150 мм, 1:12) с веб-камерой Philips ToUCam 740k в результате сложения 121 изображения. Использовалась 2^х линза Барлоу. 20 сентября 2003 г. Фото А. Остапенко.



Снимок Сатурна, сделанный во время "Звездных ночей" в Звенигороде 27 сентября 2003 г. Телескоп – менисковый Кассегрен (150 мм, 1:12). Использовалась веб-камера. Фото А. Дрокина и Д. Маколкина.

можно найти в Интернете (www.astroclub.ru).

Я каждое лето наблюдаю Луну и планеты у себя на даче, в Калужской области, в самодельный рефрактор. Много лет назад мой отец, увлекавшийся астрономией, сделал его вместе с руководителем кружка "Юный техник", в котором я в десятилетнем возрасте приобщалась к технике. После закрытия кружка его руководитель передал нам этот телескоп. Его 80-кратное увеличение позволяет наблюдать кратеры и моря на поверхности Луны, но планеты выглядят лишь маленькими горошинками. Галилеевы спутники Юпитера видны как слабо светящиеся точки, а кольца Сатурна – короткая линия, пересекающая планету. У наблюдателей Московского астрономического клуба инструменты намного совершеннее. С помощью одного из таких телескопов я впервые смогла увидеть "мерцающую"



Туманности Sh2-276 "Петля Ориона" ("Петля Бернарда") и M 78 (справа) в созвездии Ориона. Снимок сделан О. Чекалиным на обсерватории Северного Кавказа.

планетарную туманность (NGC6826).

МОСКОВСКИЙ АСТРОКЛУБ

Московский астрономический клуб (МАК) – это независимая общественная организация, объединившая десять лет назад любителей астрономии из Москвы и Подмосковья. Главная ее цель – содействие развитию любительской астрономии не только в Москве, но и России. Она помогает астрономам-непрофессионалам налаживать общение, обмен опытом, организовывать астрономические на-

блюдения. Вот что рассказал о жизни клуба его председатель Андрей Остапенко:

"В клубе около шестидесяти активных членов, и число их неуклонно растет. Раз в месяц любители астрономии собираются в конференц-зале ГАИШ для решения текущих вопросов. Здесь также проводятся лекции, доклады, демонстрации и презентации астрономической техники. Ежегодно на отчетно-перевыборном собрании избирают руководство клуба".

Один из руководителей клуба, Александр Алешин, пишет в своей статье "Потому что мы единомышленники", помещенной в Интернет: "Московский астрономический клуб начинался с подвала на Садово-Кудринской (помещение теперь уже бывшего ВАГО). В течение ряда лет несколько поколений любителей собирались там, чтобы заниматься любимым делом – изготовлением оптики и механики к самодельным телескопам... Многие из тех любителей впоследствии стали настоящими оптиками-профессионалами..."

Недавно у астроклуба появилось свое помещение на территории сада им. Баумана, где и проводили сентябрьские наблюдения. Здесь есть библиотека, компьютер с доступом в Интернет, несколько телескопов, которые используются как для наблюдений, так и для демонстрации небесных объектов всем желающим. Встречаясь здесь в непринужденной обстановке, члены клуба обсуждают новые проекты, обмениваются опытом.

Общаясь с ними, я ощущала особую творческую ауру, созданную единомышленниками. Возможно, это связано с тем, что любители астрономии, в отличие от профессионалов, в телескоп смотрят непосредственно на небесные объекты, а не на их фотографии, спектрограммы и т.п. Они достигают состояния души художника при конструировании телескопов, наблюдении и фотографировании небесных объектов.

Важная часть клубной деятельности – астрономические наблюдения за пределами Москвы. Наиболее популярны среди астрономов-любителей "Звездные ночи с Московским астроклубом". Члены клуба, а также все желающие выезжают обычно на Звенигородскую обсерваторию Института астрономии РАН. Там собираются десятки людей из Москвы и Подмосковья, чтобы пообщаться и понаблюдать в многочисленные телескопы, которые привозят с собой члены клуба. Особенно много любителей астрономии приезжает во

время интересных астрономических событий, таких как затмения, максимумы метеорных потоков, прохождения планет по диску Солнца и т.п.

Очень ценят члены клуба поездки в южные районы – прежде всего на обсерватории Крыма и Кавказа. Что может быть более впечатляющим, чем одна-две недели, проведенные под южными звездами, целиком посвященные астрономии? Такая возможность предоставляется несколько раз в году.

Московский астрономический клуб от самых истоков поддерживает знаменитый фестиваль любительской астрономии и телескопостроения – "АстроФест", одно из важнейших событий в жизни любителей астрономии России и стран СНГ. Члены клуба оказывают помощь в организации фестиваля и выполнении его программы (Земля и Вселенная, 2004, № 2).

Г.Н. ЯШИНА

ПОПРАВКА

В № 3, 2004 на стр. 110 в начале третьей колонки информации следует читать: "Уточнены величины параметра Хаббла – $71 \text{ км}/(\text{с} \cdot \text{Мпк})$ " и далее по тексту.

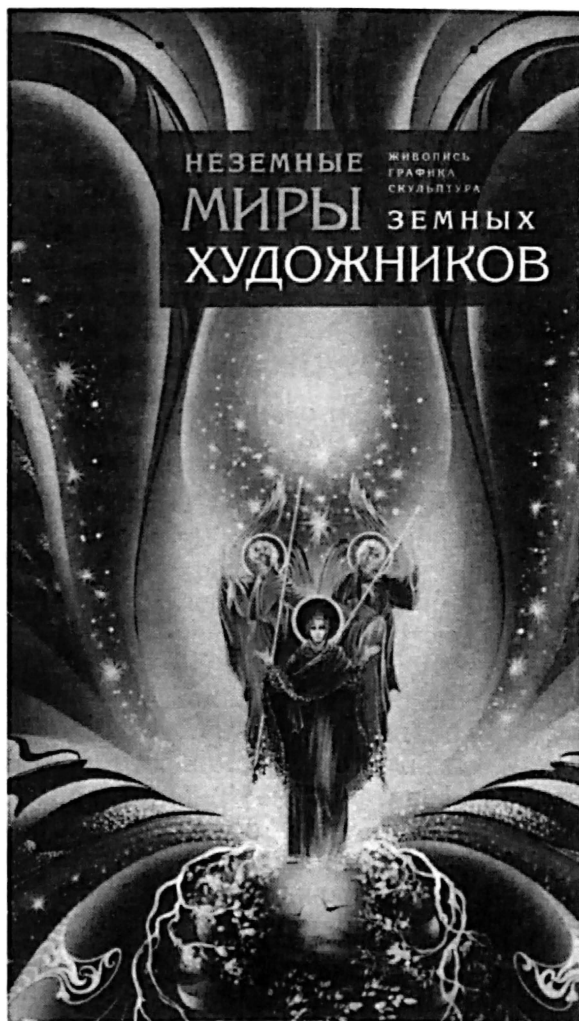
Неземные миры в изображениях художников

В ноябре 2003 г. в музее им. Н.К. Рериха прошла очередная выставка художников-космистов **“Неземные миры земных художников”**. На протяжении многих лет музей предоставляет свои залы художникам данного направления. Современные мастера продолжают традиции, заложенные Н.К. Рерихом и М.К. Чюрленисом в начале XX в. Художники, которых принято называть космистами, пытаются передать духовный поиск, течение времени, тайны мироздания, процессы космической эволюции.

Участники выставки – это почти тридцать художников, работающих независимо друг от друга. Техника и манера каждого совершенно индивидуальны, но насколько сходны язык их образов, цветовая гамма картин, некоторые детали! В творчестве космистов синтезированы противоположные направления искусства – традиционное и религиозное. Будучи европейскими художниками начала XXI в., космисты свободны в самовыражении, но, подобно религиозным художникам, нередко стремятся раскрыть перед людьми некую духовную идею. Происходящее в космосе трактуется ими наивно-мифологическим языком, но при этом современные космисты вольно или невольно заимствуют у традиционной культуры темы и масштаб задач.

Есть еще одна культурная традиция, о взаимосвязи которой с творчеством космистов хочется сказать особо. Это философская живопись Востока, прежде всего Индии, Китая и Японии, где пейзаж – иногда с редкими фигурами, иногда безлюдный – воплощает определенное

психологическое состояние или философскую идею. Художники-космисты дают возможность прикоснуться к происходящим в мире глубоким изменениям, связанным с космической эволюцией. Одновременно их искусство являет-





"Сириус" из серии "Дорога жизни". Художник Н. Волкова.



"Радуга". Художник И. Слепова.

ся синтезом достижений современной европейской живописи и некоторых архаических или восточных форм.

Излюбленный цвет многих художников-космистов – синий, означающий в мифологии мудрость, тайну, знания, с другой стороны, это традиционный цвет космоса, неба, воды... Знак высокой духовности, он выражает гармонию. Синий и золотой – цвета картин **Нины Волковой**. Художница дает нам возможность прикоснуться к тайнам древнеегипетской мифологии. В творчестве Нины Волковой философия и символика Древнего Египта отражает современные мысли и идеи (например, в картине "Сириус"). Многие

ее произведения посвящены знакам Зодиака, традиционные символы которых обретают неожиданное звучание.

Другой столь же любимый космистами колорит – радужный. В мифологии большинства народов Земли радуга – это мост в небесные миры, во Вселенную. В тибетском буддизме радуга – "врата в Шамбалу", царство духовности. Та же идея соединения земного и небесного мостом-радугой выражена в картинах **Александра Егорова** "Последний ангел вострубил", "Последняя чаша", **Ирины Слеповой** "Радуга". На философских полотнах **Николая Шаплыко** в радужных переливах света воедино сливаются макро- и микрокосм (Вселенная и цветок).

Образы **Александра Рекуненко** сочетают напряженное философское искание и мастерское владение формами классической живописи. Его художественный мир – вечное движение человеческой души сквозь культуры и религии, сквозь пространство–время, ввысь, к духовному преображению. Высшее начало для него проявляется везде. Например, танец индийского бога Шивы (созидающий универсум Махадевы) – воплощение космической энергии и динамизма Вселенной.

Особняком стоят работы **Юрия Екименко**. На его картинах мы видим вполне земные пейзажи. Таков, например, Крайний Север – документально точный и символический мир сверхъестественно ярких красок и удивительных по красоте небесных явлений, полярных сияний. Диптих "Вечерняя звезда" поражает достоверностью. Здесь и солнечное затмение, и след метеора, и полярное сияние. Художнику удалось передать даже высокое атмосферное давление северных широт – воздушные слои прижаты к горам.

Олег Высоцкий – один из немногих художников, кто делает героем своих картин Свет, струящийся из ниоткуда, может быть, со времен Большого взрыва. В "Метаморфозах" он воплотил современную космологическую идею раздувающейся Вселенной и ее дальнейшей эволюции.

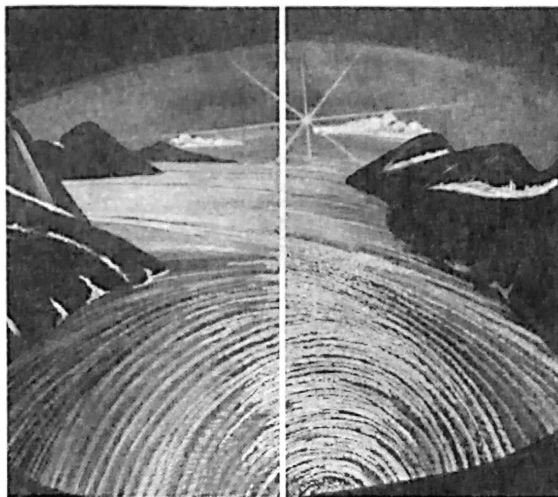
Картины **Александра Маранова** заставляют вспомнить античное искусство: перед нами классически безупречное изображение прекрасных, гармоничных



"Космический танец Махадевы". Художник А. Рекуненко.



"Колыбельная". Художник А. Маранов.



"Вечерняя звезда". Художник Ю. Екименко.



"Метаморфозы". Художник О. Высоцкий.

тел. Главное в картинах Александра Маранова – духовные идеи, а человеческое тело служит средством их выражения. Тайной наполнено женское тело, окру-

женное яркими звездами, в "Колыбельной". Потoki серебристых звезд и спирали галактик часто присутствуют на картинах космистов, но Александр Маранов



“Таинство”. Художник И. Богаченко.

Сложны по композиции картины **Ирины Богаченко** – вязь фигур, орнаментов, символов. Мистические образы соседствуют с мифологическими, и рядом – сверхъестественные существа, порожденные воображением художницы: то это грифон, то единорог с цветком лотоса вместо головы, то полет на воображаемом животном. На всех полотнах явно или неявно присутствует треугольник: египетская пирамида или гора в исходящем от нее сиянии. Треугольник предстает символом духовного восхождения, элементом внутренней структуры мира, отличающего порядок от хаоса.

Выставка “Неземные миры земных художников” – еще одно свидетельство того, что в нашей стране высокая культура не умерла, а живет и развивается.

А.Л. БАРКОВА,

кандидат филологических наук
Международный центр Рерихов

воплощает это в присущей только ему манере, показывая, как свет преломляется в гранях кристалла или струях воды. Кажется, что художник действительно смотрит на мир сквозь магический кристалл. Та же идея воплощена в полотне “Истоки Вселенной” **Ольги Губановой**, работающей в редкой технике батика.

НОВЫЕ КНИГИ

“Мифы минувшего века”

Так назвал свою новую книгу известный астроном и популяризатор астрономии **Сергей Арктурович Язев** – один из постоянных авторов нашего журнала. Книга вышла в новой “Серии научно-популярной литературы СО РАН” (главный редактор серии академик Э.П. Кругляков). Новосибирское “Издательство СО РАН” выпустило труд С.А. Язева в 2003 г.

Эта книга о том, почему и как рождаются современные мифы – антинаучные сенсации, которые генерируются астрологами, уфологами и другими “специалистами” в области разных “чудесных” явлений на не-



бе, а затем тиражируются в СМИ безграмотными в вопросах науки журналистами.

Представление о содержании книги дают красноречивые названия десяти ее глав: “Что

такое научный метод?”, “Блеск и нищета астрологии”, “Миф о Нострадамусе”, “Уфологическая Вселенная”, “Круги на полях”, “Сто лет под знаком Марса”, “Были ли люди на Луне?”, “Тунгусская загадка”, “Игра в науку” (о спекулятивных “неблагоприятных днях” и бизнесе на лженауке) и “Спасибо журналистам” (о вопиющих изъясных в этике, профессиональной подготовке и, главное, естественнонаучном образовании некоторых журналистов).

Книга написана грамотно и увлекательно. Она адресована учащимся старших классов, студентам и широкому кругу читателей, включая, конечно, читателей нашего журнала, который на протяжении 40-летнего существования ведет целенаправленную борьбу с антинаучными сенсациями.

Е.П. ЛЕВИТАН

Образец популяризации сложнейших проблем современной науки

С удовольствием прочитав новую книгу члена-корреспондента РАН А.М. Черепашука и доктора физико-математических наук А.Д. Чернина **“Вселенная, жизнь, черные дыры”** (Фрязино: “Век 2”, 2003), я сразу же решил откликнуться на ее появление. Авторы книги – известные российские астрофизики, но немалое место в ней уделяется неастрофизическим и некосмологическим проблемам, потому что научные рассуждения о жизни и разуме во Вселенной должны опираться на данные современной молекулярной биологии. Это и отражает заголовок моих заметок, предлагаемых вниманию читателей нашего журнала.

В книге, название которой, видимо, не случайно напоминает название незабываемого бестселлера И.С. Шкловского, четыре главы. Ее открывает небольшая глава **“Астрономическая картина мира”**, представляющая собой очерк истории астрономии от древнейших времен до “кануна третьей революции в астрономии”. По мнению авторов, открытие “однородного мира галактик” сопоставимо по значению с коперниканской революцией.

Вторая глава, **“Жизнь во Вселенной”**, включает три раздела. Первый (**“От романтической – к реалистической постановке задачи”**) посвящен в основном обсуждению безуспешных попыток обнаружения жизни вне Земли. Второй раздел называется **“Поговорим о жизни”**. В нем читатель знакомится с современными

представлениями о происхождении и эволюции органического мира на Земле и его вершины – Человека Разумного. Сейчас уже можно уверенно говорить о том, что все живые организмы на Земле произошли в результате *единого* длительного эволюционного процесса, который продолжался примерно 3.8 млрд. лет. Научная основа этого важного утверждения –



доказанное сходство генетического кода, организации макромолекул и биохимического механизма синтеза белка. Пока неизвестно, что представлял собой общий предок всех живых организмов нашей планеты (*"прогенот"*). Возможно, он состоял из способных размножаться ансамблей РНК (рибонуклеиновая кислота).

Клетки, из которых состоят живые организмы, могут иметь ядра (*эукариоты*) или не иметь их (*прокариоты*). В результате слияния (*симбиогенеза*) из простых организмов постепенно возникали более сложные. От гипотетического *"прогенота"* произошли **бактерии**, **археи** (*прокариоты*) и **эукариоты**. Авторы приводят две важные схемы ("Схема эволюции органического мира Земли на основе теории симбиогенеза", с. 59, и "Система классификации живых организмов на Земле", с. 61). Первая из них иллюстрирует процесс восхождения от первичных клеток до трех важнейших "царств" ("царство грибов", "царство животных" и "царство растений"), а вторая схема наглядно демонстрирует "царства" и "надцарства" (доядерные и ядерные организмы) в "Империи (Жизни)". Кроме названных выше "царств", сюда вошли "царство бактерий" и "царство цианобионт", то есть первых фотосинтезирующих организмов, воспроизводящих благодаря хлорофиллу молекулярный кислород, которым обогащалась первичная углекислая атмосфера Земли. Эволюция животного мира завершилась появлением человека, научившегося *"осуществлять систему поведенческих актов, направленных на удовлетворение своих потребностей"* (с. 61). В схеме *"неживая материя – жизнь – разумная жизнь"* много неразгаданного. По сути дела, мы пока не знаем, как именно произошли переходы от первого звена этой схемы ко второму, а от второго – к третьему... Сейчас считается доказанным, что эволюционные пути шимпанзе (наиболее близкого к человеку высшего примата) и человека разошлись 5–10 млн. лет назад (с. 62). Полученные новые данные о сходстве в проявлениях высшей нервной деятельности человека и животных (например, функциональная асимметрия мозга) указывают на *эволюционный харак-*

тер разума под воздействием различных факторов (естественный отбор, труд, изменение окружающей среды и т.д.). Главный вывод из всего сказанного имеет огромное **мировоззренческое значение**. Он состоит в том, что *"жизнь на Земле возникла около 3.8 млрд. лет назад естественным путем, в результате развития и саморазвития материи, с одной стороны, и, с другой стороны, сложного, возможно нелинейного статистического механизма естественного отбора – современной модифицированной версии дарвиновского естественного отбора"* (с. 64).

В наше довольно смутное время, когда религиозные мифы пропагандируются значительно активнее, чем достижения науки, авторы со всей определенностью подчеркивают, что *"по мере развития науки все меньше остается места идее креационизма в биологии, то есть идее разового, божественного творения жизни на Земле"* (с. 64).

Важно, что это не простая атеистическая декларация, а логично вытекающий итог из всего предшествующего текста рассматриваемого раздела второй главы книги. Ведь для этого авторам пришлось на время отклониться от взятого ими в начале книги "астрономического курса" и предложить читателю краткий обзор достижений молекулярной биологии (с многочисленными ссылками на труды крупнейших биологов). Решив "поговорить о жизни", они рассказали о молекулярных механизмах функционирования живой материи, двойной спирали Уотсона и Крика (1953 г.), генетическом коде, репликации ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота), гипотезе направленной панспермии (1973 г.), программе "Геном человека" и т.д. Надо сказать, к чести авторов, что им удалось четко и понятно объяснить многое из того, что полезно знать астрономам из, казалось бы, далекой от них молекулярной биологии. Попутно авторы подвергли критике гипотезу о том, что "зародыши жизни" существовали вечно. Они просто не могли бы существовать в эпоху, близкую к Большому взрыву, и через несколько сотен миллионов лет водородно-гелиевой Вселенной, когда еще

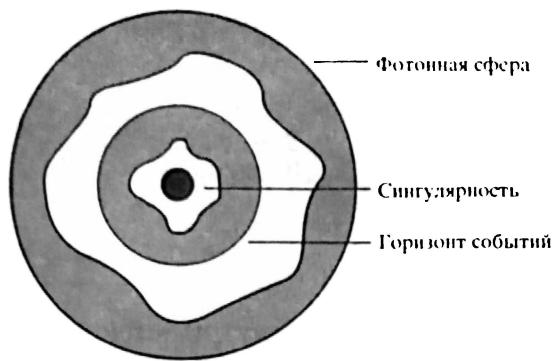


Схема неврацающей черной дыры.
(Здесь и далее воспроизведены рисунки и подписанные подписи из рецензируемой книги.)

не было тяжелых элементов, в том числе необходимого для органической жизни углерода (тяжелые элементы появились, когда возраст нашей Вселенной достиг 1 млрд. лет).

Последний раздел второй главы книги называется *“Планеты во Вселенной”*. Он включает около двадцати небольших параграфов. Прежде всего уточняется, что планеты — *“темные стационарные тела достаточно малой массы (менее $0.01 M_{\odot}$), при которой в недрах тела из-за низкой температуры не могут зажечься термоядерные источники энергии”* (с. 66). Далее достаточно обстоятельно обсуждаются различные методы и результаты поиска экзопланет у обычных и нейтронных звезд. Но если в возможности существования планет у обычных звезд был уверен еще Джордано Бруно (кстати, не за это он был приговорен к мученической смерти), то наличие планет у нейтронных звезд объяснить нелегко. Для этого астрономам приходится анализировать последствия процессов, происходящих в двойных звездных системах (нейтронная звезда — спутник, с. 74). Доплеровским методом уже удалось открыть планеты более чем у ста ближайших звезд, а у некоторых — даже планетные системы, в основном содержащие планеты, сходные с нашим Юпитером, которые движутся по сильно вытянутым орбитам. Энтузиастов SETI интересуют, конечно, экзопланеты типа Земли, и есть данные, что таковых в Га-

лактике может быть десятки миллионов (с. 82).

Однако Космос молчит... Не смирившись с идеей своего одиночества, земляне планируют осуществить ряд новых программ поиска внеземной жизни с использованием крупнейших телескопов и запусков специализированных космических аппаратов. Авторы знакомят читателя с некоторыми из этих проектов. Таков, например, проект *“Дарвин”* (с. 84). Согласно этому проекту, Европейское космическое агентство в 2010–15 гг. предполагает запустить на орбиту вблизи Юпитера 5–6 инфракрасных телескопов с зеркалом диаметром 1.5 м, которые, образуя интерферометрическую систему, позволят, вероятно, обнаруживать и исследовать экзопланеты земного типа. Тем временем, конечно, будут продолжаться детальные исследования Марса и тех спутников планет-гигантов (например, Европы), где есть хотя бы какая-то возможность получить информацию, представляющую интерес для разработки проблемы SETI.

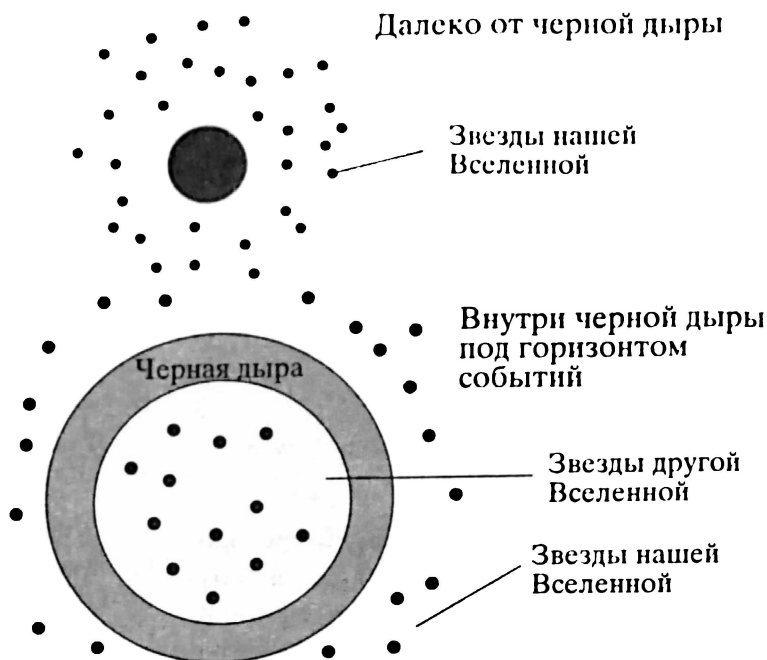
Интересен переход от второй главы книги к третьей, посвященной черным дырам: авторы считают, что черные дыры и жизнь во Вселенной относятся к самым удивительным и уникальным формам существования материи (с. 104).

Содержание третьей главы, *“Черные дыры во Вселенной”*, раскрывается в ее разделах *“Надежды, разочарования, успехи”*, *“Как образуются черные дыры”*, *“Как искать черные дыры”*, *“Накануне окончательного открытия”* и *“Возможны ли путешествия во времени?”*. По сути, эта глава, как и следующая, — самостоятельная небольшая книга. В данной главе раскрываются многочисленные вопросы, связанные с обозначенной в названии проблемой — от ранних представлений о черных дырах до их обнаружения и поразительных свойствах, открывающих простор для развития полуфантастических идей путешествия во времени.

Постоянные читатели нашего журнала уже знают многое об этом благодаря опубликованным в журнале статьям и заметкам (одним из авторов которых является А.М. Черепашук). Но данная глава книги будет и им, безусловно, ин-

Двигаясь под горизонтом событий невращающейся черной дыры со скоростью, близкой к скорости света, космонавт увидит свое будущее и другую Вселенную, а черная дыра проявляет себя в виде темного кольца на небосклоне, разделяющего внешнюю и внутреннюю вселенные.

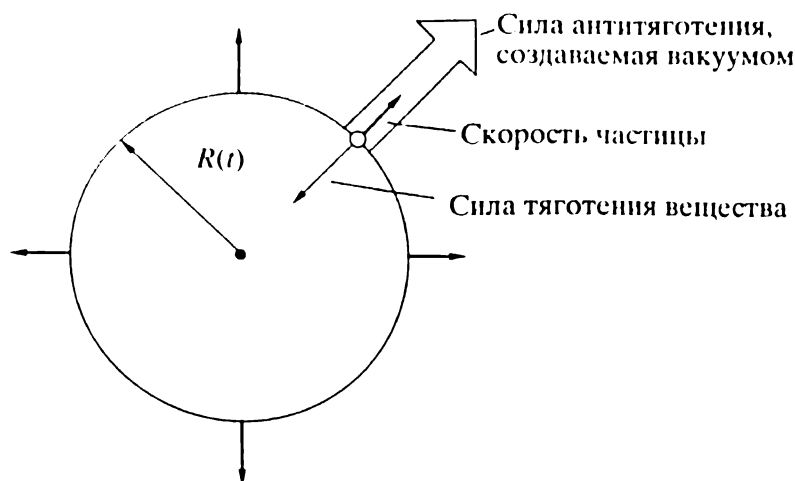
интересна, поскольку в ней дается на современном уровне обстоятельный и методически продуманный обзор всех важнейших вопросов, причем изложенных **кратко, четко и ясно**. Я не случайно выделил последние три слова в предыдущей фразе. Дело в том, что очень трудно представить читателям в доступной форме "анатомию" многоаспектной проблемы черных дыр. Для этого авторам пришлось методично рассмотреть три больших блока вопросов. Во-первых, ввести и объяснить ряд понятий (невращающиеся и вращающиеся черные дыры, горизонт событий, эргосфера, решение Шварцшильда, открытие Хокинга, классификация черных дыр). Во-вторых, дать представление о структуре черных дыр, методах исследования и новейших результатах, относящихся к важнейшим физическим характеристикам черных дыр звездной природы и сверхмассивных черных дыр в ядрах галактик. В-третьих, рассказать о "критических экспериментах для черных дыр" (с. 174), поскольку до сих пор большинство специалистов считают, что черные дыры "почти" открыты (и авторы сравнивают ситуацию с той, которая известна из истории исследования природы источников энергии звезд). Думаю, что вскоре выяснится, будет ли недавнее сенсационно поданное сообщение о "поглощении звезды черной дырой" признано свидетельством одного из подлинных открытий черной дыры. А пока ученые вполне допускают возможность существования сверхмассивной черной дыры даже в центре нашей, довольно "спокойной" Галактики. Важно,



что отдельный параграф посвящен сверхмассивной черной дыре в ядре нашей Галактики (с. 154). Считается, что прямыми наблюдениями доказано существование там сверхмассивного объекта ($3.7 \times 10^6 M_{\odot}$), представляющего собой единое тело (радиус около 20 гравитационных радиусов, с. 158).

Как бы ни называли свойства черных дыр ("уникальные", "удивительные", "поразительные" и т.д.), для неспециалистов они, скорее всего, "дикийннне" (если не сказать "чудесные"). Потому что человеку, впервые узнавшему о них из книги А.М. Черепашука и А.Д. Чернина, покажется, что "сказка стала былью" (по крайней мере, для гипотетического отважного космонавта, решившего совершить путешествие к черной дыре и "пролет" через нее...).

Но так ли уж нужно обо всем этом подробно рассказывать людям, которые бесконечно далеки от переднего края астрофизических и космологических проблем? Нужно ли подробно объяснять им то, что в недавнем прошлом вызывало скептическое отношение корифеев современной физики, включая Эйнштейна? Сегодня я могу уверенно утвердительно ответить на эти вопросы, хотя



Расширяющийся шар на фоне антигравитирующего вакуума.

ские обсерватории пожирание звезды черной дырой, резко возросло число детей и взрослых, желающих узнать правду об ужасных монстрах Вселенной. Уверен: рецензируемая книга удовлетворит любознательность каждого, кто усвоил школьную физику и астрономию.

Проблемами, непосредственно относящимися

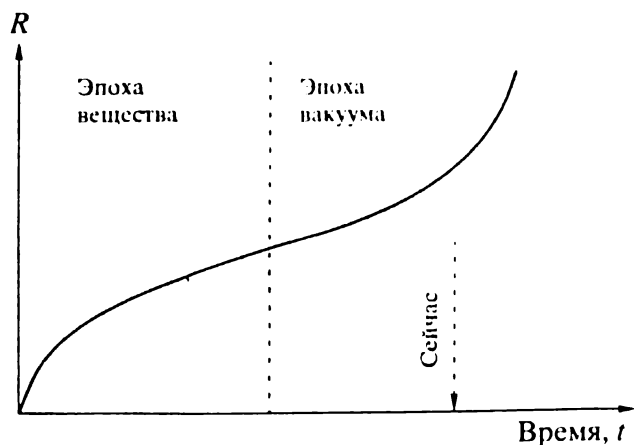
в середине 70-х гг., когда я работал над книгой "Физика Вселенной" (второе издание появилось лишь в 2004 г.), у меня подобной уверенности не было. Что же произошло за последнюю четверть века? Рискну сказать так: многие глубокие вопросы современной науки поверхностно коснулись общественного сознания, оказавшись "на слуху" у взрослых и детей. Например, черные дыры стали чем-то нарицательным (часто говорят: эти бюджетные деньги словно в "черную дыру" провалились). Еще один забавный пример. Несколько лет назад мне захотелось проверить, можно ли проводить в начальной школе факультативные занятия по астрономии по моим книжкам для младших школьников. И вот что произошло на первом же уроке в первом (!) классе. Я рассказал детям, что им предстоит узнать на наших занятиях, показал им книжки, вспомнил, как они были написаны, оформлены художниками и т.д. Занятие, вроде, прошло успешно, дети были довольны и задавали много вопросов. Но я заметил мальчика, которому явно что-то не нравилось. На мой вопрос, понравился ли ему первый урок астрономии, малыш категорически заявил: "Нет!" Оказалось, что он не доволен тем, что я ничего не рассказал о черных дырах.

А когда в феврале нынешнего года на телевизионных экранах появилась впечатляющая компьютерная картинка, показывающая, каким увидели космиче-

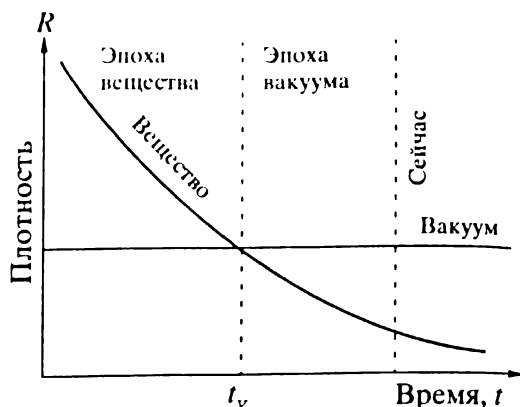
к черным дырам, А.М. Черепашук и А.Д. Чернин не завершают свое произведение: читателя ждет еще одна очень интересная глава. И, по-видимому, более точным было бы название рецензируемой книги "Вселенная, жизнь, черные дыры, космология". Четвертая глава называется "**Большой взрыв**". В ней три раздела – "*Разбегание галактик*", "*Всемирное антитяготение*" и "*Рождение Вселенной*". Обращение авторов к космологии оправдано тем, что и черные дыры, и современная космология – порождение общей теории относительности.

Несмотря на экзотичность изучаемых объектов, физика черных дыр имеет своим предметом все-таки конкретные, долгое время остававшиеся гипотетическими объекты. В физике черных дыр исследуются свойства черных дыр, изобретаются способы определения их масс, размеров, плотности, обсуждается "демография черных дыр" (с. 162–169), решается проблема обнаружения черных дыр косвенными и прямыми методами. Другое дело – космология, изучающая "Вселенную в целом", причем смысл, вкладываемый в предмет ее исследования, непрерывно изменяется и в настоящее время распространяется на Большую Вселенную ("Мультимир") с ее "темной составляющей" и возможным существованием множества "минивселенных".

Очень велик образовательный и мировоззренческий потенциал заключи-



Изменение расстояний в реальном мире. Сейчас расширение происходит с ускорением по (почти) экспоненциальному закону. Раньше оно происходило с замедлением.



Вещество и вакуум в расширяющемся мире. Плотность вещества (темное вещество и барионы) падает при расширении. Плотность вакуума со временем не меняется; она преобладает, начиная с возраста мира $t_v \sim 6-8$ млрд. лет.

тельной главы, воссоздающей перед читателем контуры новой картины мироздания, причем не только мегамира, но и микромира. Большая Вселенная напоминает гигантский айсберг, малая часть которого возвышается над поверхностью воды. Эта "малая часть" есть, по сути, вся охваченная наблюдениями Вселенная с ее бесчисленными галактиками, квазарами, звездами и планетами. Подводная часть "айсберга" – невидимая материя, примерно на треть состоящая из "скрытого вещества" известной нам природы (это, например, умершие небесные тела и их системы), а две трети – загадочный **космический вакуум**, природу которого предстоит выяснить. Он отличается от изначального ("первичного", "физического") вакуума, обладавшего огромной плотностью и давшего начало рождению Вселенной, и обычного чрезвычайно разреженного вакуума космического пространства. Космический вакуум – это антигравитационная среда, имеющая постоянную во времени и одинаковую в пространстве плотность, причем в любой системе отсчета (с. 229). Космический вакуум был открыт в 1998–99 гг. на основе изучения вспышек сверхновых в далеких галактиках. Это результат труда примерно ста астрономов (руководители – **Брайан**

Смидт, Адам Райес и Сол Перлмуттер). Космический вакуум выдал свое присутствие тем, что хаббловское расширение Вселенной оказалось **ускоренным**, обусловленным антигравитацией. Астрономия в который раз подтвердила гениальную антигравитационную гипотезу Эйнштейна и ряда других физиков-теоретиков! Плотность космического вакуума превышает суммарную плотность всех остальных видов космической энергии, а потому антитяготение сильнее тяготения (!), и именно оно преобладает в Большой Вселенной. Но тогда, по видимому, неизбежно неограниченное расширение Вселенной (с. 237). Иными словами, "первую половину своей жизни Вселенная замедлялась, а во вторую ускорялась" (с. 240). Космический вакуум должен обладать не только определенной плотностью, но и давлением (причем отрицательным!). В ОТО тяготение создается не только плотностью среды, но и ее давлением. Вакуум порождает антигравитацию, так как его эффективная гравитирующая энергия получается отрицательной при положительной плотности. И еще. В полном несоответствии с третьим законом Ньютона вакуум способен влиять на вещество, но не испытывает на себе никакого обратного воздействия. Но тогда "мир, в котором безраз-

дельно господствует вакуум, должен быть неизменным во времени, статичным" (с. 241).

Приводя новейшие экспериментальные данные о движении галактик в окрестности нашей Галактики, авторы показывают, что космический вакуум проявляет себя на всех расстояниях – от нескольких мегапарсек до практически достигнутого наблюдениями горизонта мира (с. 254). В отличие от реликтового излучения космический вакуум не может служить системой отсчета (реликтовое излучение почти однородно и изотропно лишь в системе отсчета, связанной с ним самим). Авторы неоднократно подчеркивают, что о физической природе космического вакуума пока достоверно ничего не известно. Трудно даже сказать что-либо определенное о значении его плотности (с. 266). Ясно лишь, что в состав этой материи не входят известные физикам элементарные частицы. Не исключено, что *"космический вакуум никак не связан с вакуумом квантовых полей, а является проявлением дополнительных измерений пространства"* (с. 272).

Самым дерзким идеям и гипотезам космологии авторы посвятили раздел *"Рождение Вселенной"* четвертой главы книги. Это и только что упомянутые "дополнительные измерения" (пересмотр размерности пространства-времени нашей Вселенной), и проблемы космологической сингулярности, и инфляционная гипотеза, и ряд других. Обращает на себя внимание крайне взвешенный анализ гипотезы раздувающейся Вселенной, поскольку, многое объясняя, инфляция все-таки *"требует ухода в область неизвестного"* (с. 285). Ведь неоднозначен даже ответ на такой "детский" вопрос: что именно раздувается при инфляции, если "вначале" был вакуум (или имитирующее его скалярное поле)? Известно также, что инфляционные модели не подтверждены астрономическими наблюдениями или лабораторными экспериментами. Надо сказать, что о необходимости проверки теории авторы напоминают при анализе многих проблем,

рассматриваемых в книге. Примечательно и то, что авторы не забывают указать имена тех, кому принадлежат важные открытия или многообещающие гипотезы. Думаю, что далеко не все из этих имен известны большинству читателей.

Дальнейший прогресс в космологии неотделим от возможного пересмотра ряда фундаментальных представлений современной физики. Поэтому последние параграфы посвящены, в частности, проблеме "постоянства постоянных", а завершается книга, как сейчас принято, рассказом об антропном принципе.

Известно, что, несмотря на многочисленность современных российских писателей, принадлежащих к разным, не очень жалующим друг друга союзам, шедевры художественной литературы рождаются весьма редко. Тем более авторов удачных научно-популярных книг по астрономии можно пересчитать по пальцам. К счастью, в последние годы появились ставшие широко известными книги Ю.Н. Ефремова, И.Д. Новикова, И.Л. Розенталя, М.В. Сажина и некоторых других. Ситуацию оживило и издание очень хороших переводных книг, например С. Хокинга (Земля и Вселенная, 2001, № 5; 2002, № 2, с. 56) и Б. Паркера (Земля и Вселенная, 2002, № 1). Рецензируемую книгу вполне можно поставить в один ряд с лучшими научно-популярными произведениями отечественных и зарубежных авторов.

И, наконец, еще одно замечание общего характера. Современным фламарионам могут позавидовать писатели-фантасты. Ведь теперь в научно-популярных книгах всерьез говорится не только о множественности вселенных, путешествиях во времени и пространстве, но и о том, что в нашей Вселенной, ничтожную часть массы которой мы недавно принимали за все, "что может быть", царит не гравитация, а антигравитация. Космологи убеждают нас в том, что Вселенная с ее "скрытой массой" и "темной энергией" – "дело темное". Кто раньше – писатели или ученые – увидят "свет в конце туннеля"?..

Е.П. ЛЕВИТАН

Шельфовые ледники и уровень океана

В 1995 г., а затем в 2002 г. шельфовый ледник Ларсена, находящийся на восточной стороне Антарктического полуострова, обрушил в море айсберги, каждый площадью с небольшое государство, такое как Люксембург. Предположение, что это связано с глобальным потеплением, не подтвердилось. В некоторых районах Антарктиды идет не потепление, а похолодание, и нет никаких оснований предполагать, что разрушение ледника Ларсена обусловлено изменением термического режима в атмосфере.

Разобраться в причинно-следственной связи событий помогли гляциологи Э. Шеперд из Института полярных исследований им. Р.Ф. Скотта (Кембридж), Д. Уингэм из Лондонского университетского колледжа и их коллеги из Бристольского университета (Великобритания) и Аргентинского института антарктических исследований в Буэнос-Айресе.

Оказалось, что катастрофические события 1995 г. и 2002 г. не были внезапными: их подготовили малозаметные природные процессы в течение, по крайней мере, 9 лет. С 1980 г. площадь шельфовых ледников Антарктического полуострова ежегодно сокращалась в среднем почти на 300 км². Уменьшалась и мощность ледникового покрова. Согласно радиолокационным данным, полученным с борта искусственных спутников “ERS-1” и “ERS-2” (European Remote Sensing – Европейские телеметрические измерения), между 1992 г. и 2001 г. средние высоты ледников Ларсена-В и Ларсена-С понижались (первый – на 17, а второй – на 8 см за год). На севере ледника Ларсена-С понижение поверхности достигло 27 см/год.

Математическое моделирование показывает, что подобное уточнение слоя льда идет слишком быстро, чтобы его можно было объяснить повышением температуры воздуха. Скорее всего, такой темп таяния шельфа может быть вызван существенным потеплением морских вод в этом регионе. Известно, что глубинные слои моря Уэдделла не-

уклонно теплеют на протяжении вот уже трех последних десятилетий.

В то же время, американский гляциолог Т. Скамбос с коллегами из Национального центра по изучению снега и льда в Боулдере (штат Колорадо) полагают, что за последнюю половину века температуры на Антарктическом полуострове поднимались на 0.5°C за десятилетие (в 10 раз быстрее, чем в среднем по Земле). Ученые выдвинули гипотезу, что образующиеся в летние сезоны на поверхности шельфового ледника Ларсена “озера” талой воды порождают новые крупные трещины и расширяют их так, что позволяют большим массам льда отрываться от края ледника и обрушиваться в океан.

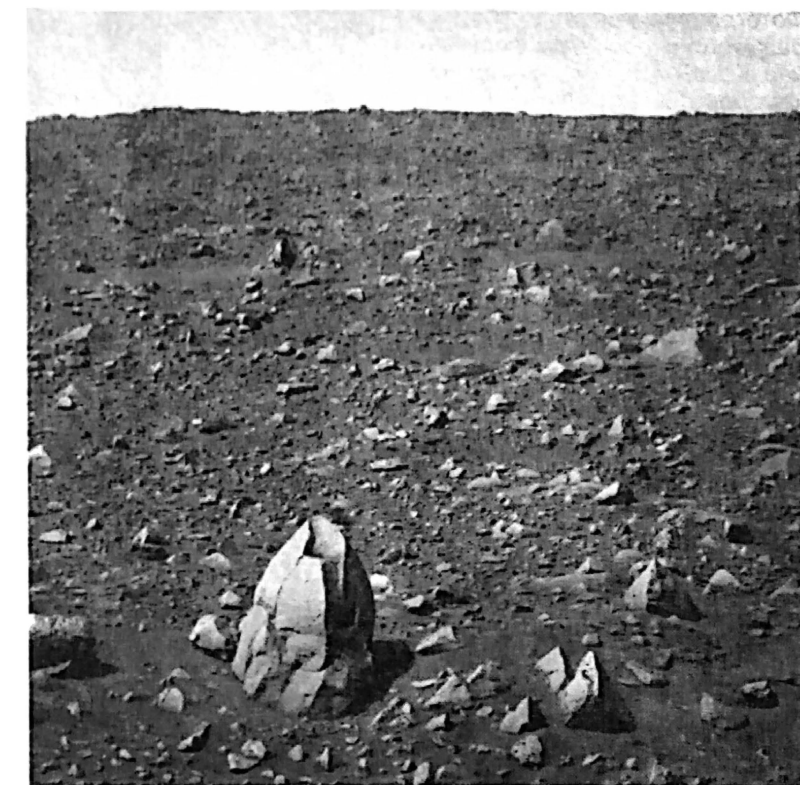
Гляциологи во главе с Э. Шепердом пришли к выводу, что при сохранении нынешних темпов таяния снизу ледник Ларсена подвергнется полному разрушению еще в XXI в. Если процесс окажется широкомасштабным, то прогностические оценки повышения уровня Мирового океана для прибрежных районов (в среднем до 0.5 км к концу XXI в.) придется пересматривать.

Science, 2003, 5646, 759, 857

Древнее соленое озеро на Марсе

Одна из задач американских марсоходов "Спирит" и "Оппортьюнити" (Земля и Вселенная, 2004, № 1) – обнаружение на Марсе воды. Напоминаем, что в конце января 2004 г. европейская АМС "Марс Экспресс" с околомарсианской орбиты обнаружила на Южном полюсе планеты присутствие льда (Земля и Вселенная, 2004, № 3). Тогда удалось установить, что в прошлом поверхность гигантского каньона – долины Маринера – подверглась воздействию воды. В феврале 2004 г. "Спирит" ("Spirit") обнаружил на поверхности Красной планеты следы кристаллов соли, образующейся при испарении соленой воды. То, что на Марсе когда-то текли потоки воды, доказывает внешний вид скал и камней. Во многих скальных породах найдены кристаллы солей и сульфаты. Кратер Гусев, например, по предположениям ученых, раньше был озером, куда вода поступала из рек. Ученые-планетологи сделали вывод: область, которую изучает марсоход "Оппортьюнити" ("Opportunity"), также в прошлом была влажной. На это указывают результаты исследования выхода скалистых пород, проведенные марсоходом. Двойник "Спирита" обнаружил явные признаки воды в прошлом на плато Меридиана.

В пользу существования воды свидетельствует обнаруженный "Оппортьюнити" большой камень необычной формы Humphrey. В его трещинах обнаружено светлое вещество, возникшее под влиянием воды. Кроме того, и скальные породы



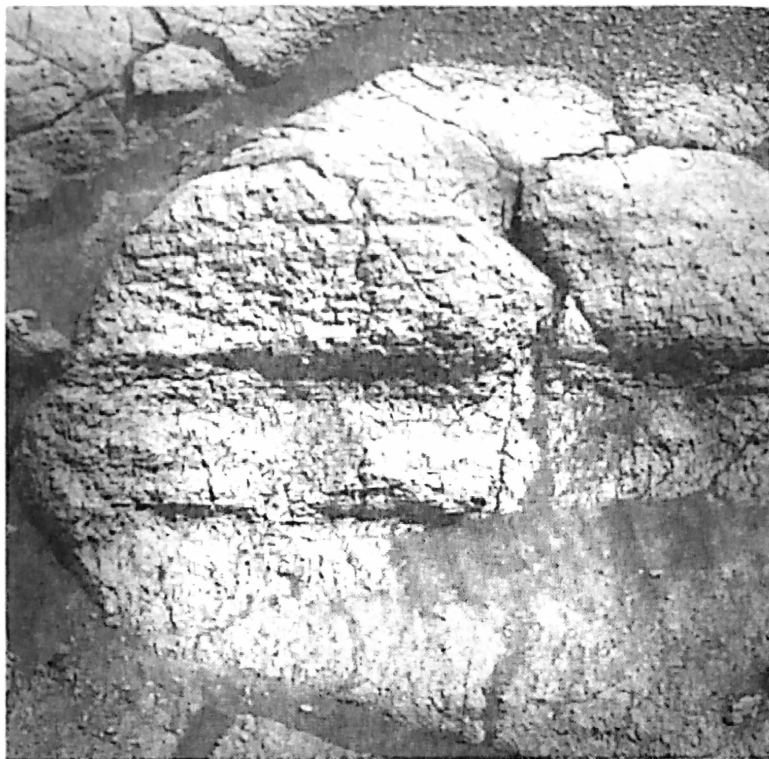
Фрагмент панорамы кратера Гусев, переданной 10 марта 2004 г. марсоходом "Спирит". Снимок сделан с помощью трех фильтров на 65-й сол (день) после начала путешествия марсохода, в 328 м от посадочной платформы у края небольшого кратера Bonneville. На переднем плане – исследовавшийся марсоходом камень Humphrey, на котором обнаружены следы воздействия воды. Фото NASA.

подвергались воздействию воды – они сформировались из отложений, возникших из растворов на дне соленого озера или моря. О том, что в их трансформации участвовала вода, говорят и состав этих пород, содержащих сульфаты, и особенности структуры – ниши, в которых росли кристаллы. "Когда-то через эти скалы текла жидкая вода. Она изменила их структуру и химический состав. Нам удалось обнаружить явные следы, оставленные водой", – подтвердил уверенность в этих выводах научный руководитель программы доктор С. Сквайрс из Корнелльского университета (Итака, штат Нью-Йорк).

По счастливой случайности "Оппортьюнити" сел рядом с об-

наруженным слоем коренной породы на внутреннем склоне маленького кратера Eagle (орел) диаметром 20 м. В течение марта 2004 г. робот-геолог исследовал выходящие на поверхность породы, а затем приступил к подробному изучению отдельных участков. С помощью рентгеновского спектрометра альфа-частиц, который позволяет идентифицировать химические элементы в образце, обнаружено очень высокое содержание серы и сульфатных солей. Там же спектрометр Мессбауэра определил в грунте присутствие ярозита (гидратированный железный сульфатный минерал). Миниатюрный термоэмиссионный спектрометр зафиксировал сульфаты. На Земле скалистые

Фотография камня *El Capitan* размером около 20 см, полученная 17 марта 2004 г. панорамной камерой "Оппотьюнити". Видны параллельные слои с вкраплениями маленьких сферических образований и дискообразных каверн с кристаллами соли, оставшейся от водного раствора. Фото NASA.

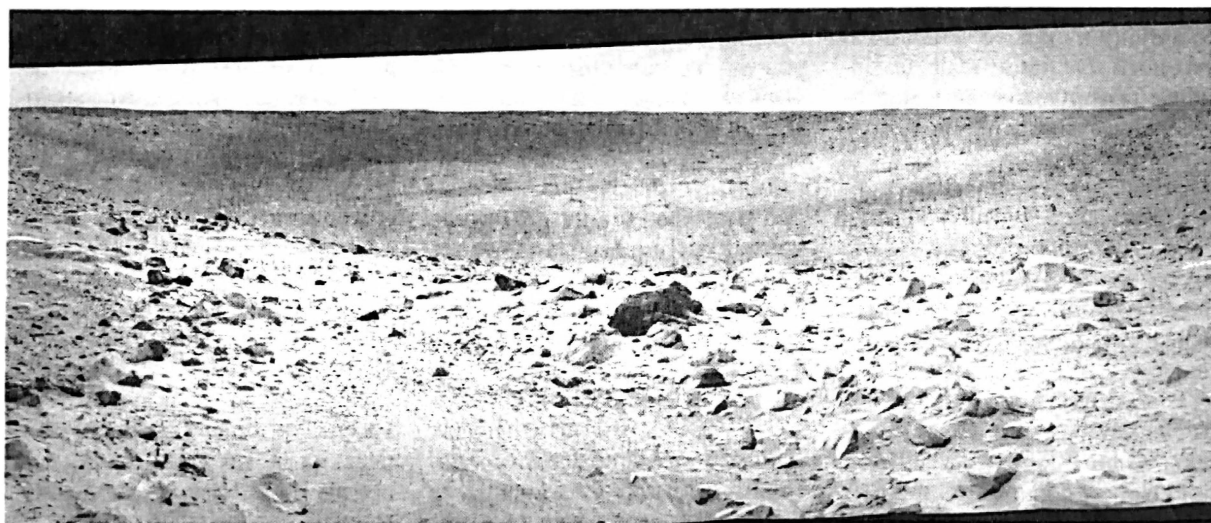


породы с таким высоким содержанием солей либо формировались в воде, либо потом подвергались ее длительному воздействию. Ярозит свидетельствует о том, что в прошлом эти породы находились в кислотном озере или горячих источниках. В грунте найден также гематит – минерал, состоящий из окислов трехвалентного железа. На Земле гематит обычно образуется в водной среде. Поэтому присутствие этого минерала на Марсе можно рассматривать как подтверждение существования древних водоемов на этой планете.

На изображении камня *El Capitan* (капитан) видно, что он испещрен полостями длиной около 1 см и шириной примерно в четыре раза меньше. Та-

кие структуры хорошо знакомы геологам: это те места в скале, находящейся в очень соленой воде, где образуются кристаллы солей. Когда позже кристаллы исчезают в результате эрозии или растворения в менее соленой воде, возникают каверны. В породы вкраплены круглые

частицы, которые могут появляться при отложении минералов из растворов внутри пористой, пропитанной водой породы. Судя по результатам исследований "Оппотьюнити", шарики не концентрируются в определенных слоях грунта, что свидетельствует в пользу воды.



Вид южного края кратера *Bonneville* (диаметр около 200 м). Снимок сделан 12 марта 2004 г. панорамной камерой марсохода "Спирит" в 300 м от места посадки на 68-й сол путешествия. Фото NASA.

Ф.СП-1	АБОНЕМЕНТ												70336 (индекс издания)	
	на <u>газету</u> на <u>журнал</u>													
	Земля и Вселенная (наименование издания)													Количество комплектов
	на ____ год по месяцам:													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
	Куда													
	(почтовый индекс)						(адрес)							
	Кому													
	(фамилия, инициалы)													
	ДОСТАВОЧНАЯ КАРТОЧКА													
	на <u>газету</u> на <u>журнал</u>													70336 (индекс издания)
	ПВ	место	литер											
	Земля и Вселенная (наименование издания)													
	Стои- мость	подписи пере- адресовки	____ руб. ____ коп. ____ руб. ____ коп.		Количество комплектов 									
	на ____ год по месяцам:													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
	Куда													
	(почтовый индекс)						(адрес)							
Кому														
(фамилия, инициалы)														

Грунт содержит соли серной кислоты, которые без воды не могли образоваться.

11 марта 2004 г. "Спирит" добрался до кратера Bonnevillie и продолжил движение по его краю, обследуя камни Adirondack, Stone Council; Laguna Hollow и Humphrey в области посадки марсохода, неофициально названной «Мемориальная станция "Колумбия"». Несколько дней "Спирит" не только фотографировал и исследовал кратер и его окрестности, но и наблюдал за марсианским

небом, увидев заход Земли. Он продолжает путешествие в сторону возвышенности Grissom Hill (холм астронавта Гриссома), находящейся в нескольких километрах. "Оппотьюнити", тем временем, завершил исследование выхода скальной породы на одной из стенок кратера Eagle. В марте и апреле 2004 г. марсоход получил спектрограммы нескольких небольших камней и образцов грунта. Последним экспериментом в кратере стала проверка механической прочности выходящих на по-

верхность скальных образований: марсоход с помощью левого переднего колеса поцарапал камень Carousel. 23 марта "Оппотьюнити" не без труда (забуксовали колеса на склоне с углом 15°) вышел из кратера Eagle для изучения грунта за его пределами.

По материалам NASA,
информационных агентств
и Интернет-сайтов "Астронет"
и "Space News"

Дорогие читатели!

Напоминаем, что подписаться на журнал “Земля и Вселенная” вы можете с любого номера по Объединенному каталогу “Пресса России” (II полугодие 2004 г.) во всех отделениях связи. Подписной индекс – 70336.

**Заведующая редакцией Г.В. Матророва
Зав. отделом астрономии Г.Н. Яшина
Зав. отделом наук о Земле В.А. Маркин
Зав. отделом космонавтики С.А. Герасютин**

**Художественные редакторы О.Н. Никитина, М.С. Вьюшина
Литературный редактор О.Н. Фролова
Мл. редактор Л.В. Рябцева
Оператор ПК Н.Н. Токарева
Корректор Г.В. Печникова
Обложку оформила О.Н. Никитина**

Сдано в набор 05.05.2004. Подписано в печать 29.06.2004. Формат бумаги 70×100¹/₁₆
Офсетная печать Уч.-изд. л. 10.2. Усл.печ. л. 9.1. Усл.кр.-отт. 7.1 тыс. Бум. л. 3.5
Тираж 759 экз. Заказ № 8396

Учредители: Российская академия наук, Президиум
Адрес издателя: 117997 Москва, Профсоюзная ул., 90
Адрес редакции: 119991 Москва, Мароковский пер., 26
Телефоны: (факс) 238-42-32, 238-29-66
E-mail: zevs@naukaran.ru
Web-страница журнала на сайте Московского планетария:
www.planetarium.ru/eu/eu_main.html
Оригинал-макет подготовлен МАИК “Наука/Интерпериодика”
Отпечатано в ППП “Типография Наука”
121099 Москва, Шубинский пер., 6





“НАУКА”
Индекс 70336